COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 AVRIL 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégrale elliptique de troisième espèce,* par M. **Hermite**.

« L'expression donnée pour la première fois par Jacobi, à savoir :

$$\int_0^x \frac{k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a \operatorname{sn}^2 x}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 x}\, dx = x \frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)} + \frac{1}{2} \log \frac{\Theta'(x-a)}{\Theta(x-a)},$$

renferme un logarithme dont les déterminations multiples répondent aux diverses valeurs que prend l'intégrale suivant le chemin décrit par la variable. Dans le cas des fonctions complètes, que je désignerai de la manière suivante,

$$\Pi(a) = \int_0^{K} \frac{k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a \operatorname{sn}^2 x}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 x}\, dx,$$

$$i\Pi'(a) = \int_{K}^{K+iK'} \frac{k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a \operatorname{sn}^2 x}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 x}\, dx,$$

je me suis proposé, en supposant les deux intégrales rectilignes, de lever toute ambiguïté et d'obtenir une détermination précise. On y parvient, comme je vais le faire voir.

» Considérons d'abord la quantité $\Pi(a)$; en vertu de la relation

$$\Theta(\mathrm{K}-a)=\Theta(\mathrm{K}+a),$$

la formule de Jacobi donne immédiatement

$$\Pi(a)=\mathrm{K}\,\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}+\mu i\pi,$$

où μ est un nombre entier qu'il s'agit de déterminer. Or, en supposant que a soit réel, l'intégrale est elle-même réelle, et, dans ce cas, on doit prendre nécessairement $\mu=0$. J'ajoute qu'il en est encore de même si l'on a

$$a=p+iq,$$

p étant quelconque, et q compris entre $-\mathrm{K}'$ et $+\mathrm{K}'$, c'est-à-dire tant que le paramètre est représenté par un point compris entre deux parallèles à l'axe des abscisses, menées à la distance K' au-dessus et au-dessous de cet axe. Dans cet intervalle, en effet, la fonction $\Pi(a)$ est finie et continue, comme le montre la formule

$$\Pi(a)=\mathrm{K}\,\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}+\frac{1}{2}\int_0^{\mathrm{K}}\left[\frac{\Theta'(x-a)}{\Theta(x-a)}-\frac{\Theta'(x+a)}{\Theta(x+a)}\right]dx.$$

» Plaçons-nous maintenant en un point quelconque du plan en changeant a en $a+2mi\mathrm{K}'$, où m désigne un entier arbitraire. La fonction $\Pi(a)$ a pour période $2\mathrm{K}$ et $2i\mathrm{K}'$; le nombre μ doit donc être tel qu'on ait

$$\mathrm{K}\,\frac{\Theta'(a+2mi\mathrm{K}')}{\Theta(a+2mi\mathrm{K}')}+\mu i\pi=\mathrm{K}\,\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}.$$

Cela étant, la relation

$$\frac{\Theta'(a+2mi\mathrm{K}')}{\Theta(a+2mi\mathrm{K}')}=\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}-\frac{mi\pi}{\mathrm{K}}$$

nous donne sur-le-champ $\mu=m$. La première des intégrales complètes de troisième espèce est ainsi une fonction doublement périodique de la variable a, continue entre les parallèles au-dessus et au-dessous de l'axe des abscisses, aux distances K', $3\mathrm{K}'$, ..., $(2m-1)\mathrm{K}'$ de l'origine, et qui change brusquement de valeur, en s'augmentant de la constante $i\pi$, lorsqu'on franchit une de ces droites en s'élevant au-dessus de l'axe.

» Ce résultat peut être obtenu d'une autre manière, en considérant les

coupures de l'intégrale

$$\Pi(a) = \int_0^{K} \frac{k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a \operatorname{sn}^2 x}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 x} dx.$$

Qu'on pose, à cet effet, l'équation

$$1 - k^2 \operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 x = 0,$$

on en tire

$$a = \pm x + 2m\mathrm{K} + (2m' + 1)i\mathrm{K}'$$

et, par conséquent, en faisant varier x de zéro à K, toutes les droites dont il vient d'être question. On trouve ensuite, par la formule que j'ai donnée ailleurs (*Journal de Mathématiques* de MM. Weierstrass et Kronecker, t. XCI, p. 65), la constante $i\pi$, pour la différence des valeurs de l'intégrale en deux points infiniment voisins au-dessus et au-dessous d'une coupure.

» Nous allons arriver à des conséquences toutes semblables en considérant la seconde fonction complète, qui est donnée par l'intégrale

$$\Pi^1(a) = \int_{\mathrm{K}}^{\mathrm{K}+i\mathrm{K}'} \frac{k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a \operatorname{sn}^2 x}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 x} dx.$$

» De la formule de Jacobi, on tire d'abord, au moyen de la relation

$$\frac{\Theta(\mathrm{K} + i\mathrm{K}' - a)}{\Theta(\mathrm{K} + i\mathrm{K}' + a)} = \frac{i\pi a}{2\mathrm{K}},$$

l'expression suivante, où μ désigne encore un entier indéterminé :

$$\Pi^1(a) = \mathrm{K}' \frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)} + \frac{\pi a}{2\mathrm{K}} + \mu\pi.$$

» Elle montre que l'intégrale est une quantité réelle pour des valeurs réelles de a, ce qu'on voit d'ailleurs en changeant de variable et posant

$$x = \mathrm{K} + it,$$

de sorte que t varie de zéro à K'. Au moyen de la formule

$$\operatorname{sn}(\mathrm{K} + it) = \frac{1}{\operatorname{dn}(t, k')},$$

nous obtenons, en effet, pour transformée

$$\Pi^1(a) = \int_0^{\mathrm{K}'} \frac{k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{\operatorname{dn}^2(t, k') - k^2 \operatorname{sn}^2 a} dt.$$

» Je remarque encore que l'équation

$$a = \pm x + 2mK + (2m' + 1)iK'$$

représente, lorsqu'on y fait $x = K + it$, la série des parallèles à l'axe des ordonnées, aux distances K, 3K, 5K, ... de cet axe, et qu'entre deux parallèles consécutives l'intégrale sera une fonction continue de a, sauf en des points isolés. Si l'on considère, en particulier, la portion de l'axe des abscisses comprises entre les limites $K - \varepsilon$ et $-K + \varepsilon$, où ε est aussi petit qu'on le veut, l'entier μ qui ne change pas dans cet intervalle est nul, attendu que l'intégrale s'évanouit quand on suppose $a = 0$. Nous avons, par conséquent, entre les premières parallèles, l'équation

$$\Pi'(a) = K' \frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)} + \frac{\pi a}{2K},$$

dont le second membre se reproduit, comme on le vérifie aisément si l'on change a en $a + 2iK'$.

» Cela posé, pour tout autre point du plan dont l'affixe peut être représentée par $a + 2mK$, la partie réelle de a étant comprise entre $-K$ et $+K$, nous avons

$$\Pi'(a + 2mK) = \Pi'(a),$$

c'est-à-dire

$$K' \frac{\Theta'(a + 2mK)}{\Theta(a + 2mK)} + \frac{\pi(a + 2mK)}{2K} + \mu\pi = K' \frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)} + \frac{\pi a}{2K},$$

et nous en concluons la valeur cherchée $\mu = -m$. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Des mouvements que prennent les diverses parties d'un liquide dans l'intérieur d'un vase ou réservoir d'où il s'écoule par un orifice;* par M. DE SAINT-VENANT.

« 1. Lorsque l'écoulement de l'eau d'un vase par un orifice est à l'état permanent, il suffit à la rigueur, pour établir la formule des quantités écoulées, de supposer connue la distribution des vitesses dans les deux seules tranches extrêmes.

» Mais il n'en est pas de même dans le problème du vase qui se vide; et, d'ailleurs, la question des rapports mutuels des vitesses dans l'intérieur de la masse liquide est intéressante à d'autres égards, comme Poncelet l'a plusieurs fois exprimé. Il est donc à désirer qu'elle reçoive une solution

rationnelle, quand ce ne serait d'abord que pour un cas, celui de permanence et de petit orifice, pouvant, comme type, fournir ensuite des lumières pour les autres cas.

» Il n'y a eu, à notre connaissance, aucune autre recherche mathématique y ayant trait, que celles auxquelles M. Boussinesq s'est livré en 1870 (*Comptes rendus*, 1er semestre, p. 33, 177, 1279) et qu'il a développées en 1873 (*Savants étrangers*, t. XXIII, *Eaux courantes*, nos 198-202). Son objet était autre, à savoir la difficile question de la veine d'écoulement. Mais son analyse comprend ce qu'il faut pour traiter convenablement notre question actuelle.

» 2. En considérant que, dans le mouvement dont il s'agit, les frottements, ainsi que tout l'indique, ne jouent qu'un rôle négligeable, cet auteur regarde, avec Lagrange, les trois composantes des vitesses du liquide parallèlement à des coordonnées rectangles x, y, z, comme étant et restant à tout instant les dérivées $\frac{d\varphi}{dx}$, $\frac{d\varphi}{dy}$, $\frac{d\varphi}{dz}$ d'une fonction φ de ces coordonnées, ce qui donne, pour la condition d'incompressibilité :

$$(1) \qquad \frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2} = 0.$$

» Or cette équation, comme on sait, régit aussi le potentiel des trois composantes des actions, inverses des carrés des distances, exercées par les points matériels d'une masse attirante sur un point extérieur attiré. Et, ici, une analogie analytique de plus se présente entre ces deux ordres si différents de phénomènes : elle dérive de ce que, dans la masse fluide du réservoir, qu'on suppose avoir des dimensions très grandes et comme infinies par rapport à celles de l'orifice percé au fond horizontal du réservoir, si l'on imagine une demi-sphère d'un grand rayon

$$(2) \qquad \iota = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2},$$

ayant son centre au milieu de l'orifice, comme la somme des quantités de fluide qui passeront à chaque instant à travers sa surface avec les vitesses normales $\frac{d\varphi}{d\iota}$ devra être égale à la *dépense* par l'orifice, on devra avoir, comme pour l'attraction newtonienne

$$(3) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \frac{d\varphi}{d\iota} = \text{des quantités qui pour } \iota \text{ très grand seront de l'ordre de } \frac{1}{\iota^2} \\ \varphi = \quad \text{»} \qquad\qquad \text{»} \qquad\qquad \frac{1}{\iota} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{ou} = 0 \text{ pour} \\ \iota = \text{l'infini.} \end{array}$$

» Et il y a une autre condition *définie* ou limite à imposer à la fonction φ : c'est, si l'axe des z est perpendiculaire au plan de l'orifice, et si les vitesses de débit sont représentées par une fonction F des coordonnées x, y des points de l'orifice où elles ont lieu, qu'il faut qu'on ait :

$$(4)\quad \left(\frac{d\varphi}{dz}\right)_{z=0} = \mathrm{F}(x, y) \text{ en ces points, et } = 0 \text{ en tous les autres sur le fond,}$$

condition qui peut tout aussi bien s'appliquer aux écoulements non permanents qu'à ceux qui sont permanents, en faisant varier avec le temps la fonction F.

» L'intégrale est, comme on peut le vérifier, ξ, η étant deux variables auxiliaires,

$$(5)\qquad \varphi = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\mathrm{F}(\xi, \eta)\, d\xi\, d\eta}{\sqrt{z^2 + (x-\xi)^2 + (y-\eta)^2}}.$$

» Elle n'est autre que le potentiel de l'attraction newtonienne qui serait exercée sur l'unité de la masse fluide indéfinie, en chacun de ses points (x, y, z), par une couche matérielle mince, étalée sur le plan de l'orifice, et dont l'épaisseur, pour chacun des éléments superficiels de celui-ci, serait le produit de $\frac{1}{2\pi}$ par la composante verticale $\left(\frac{d\varphi}{dz}\right)_{z=0}$, qui est la vitesse de débit à travers cet élément (*Savants étrangers*, même tome XXIII, n° 201).

» Si donc, afin d'avoir une approximation qui suffit pour des distances contenant un grand nombre de fois les dimensions de l'orifice, l'on regarde tous ces *appels* des éléments du débit comme ayant une résultante émanant du centre de gravité de celui-ci, l'on voit que *la vitesse de chaque molécule du réservoir est, en direction, et aussi en grandeur, l'attraction newtonienne exercée sur cette molécule par un corps placé au centre de l'orifice*. Tous les mouvements convergent rectilignement vers ce centre.

» 3. Dès lors, une surface ou une ligne quelconque, se trouvant formée à un instant donné par des molécules fluides du réservoir, rien n'est plus facile que de déterminer la transformée de cette ligne ou surface pour tout instant subséquent.

» Si, par exemple, cette surface est celle de la demi-sphère de rayon a, ayant pour centre celui de l'orifice, et comprenant ainsi un volume fluide $\frac{2}{3}\pi a^3$, elle deviendra, quand il aura passé par l'orifice une fraction m de ce volume, une deuxième demi-surface sphérique, concentrique à la pre-

mière, et d'un rayon ι tel qu'on ait

(6) $$\frac{2}{3}\pi a^3 - m\frac{2}{3}\pi a^3 = \frac{2}{3}\pi \iota^3;$$

d'où, pour le rayon de cette transformée,

(7) $$\iota = a\sqrt[3]{1-m},$$

où l'on ferait $m = \dfrac{t}{t_1}$ si l'écoulement était permanent et si, la loi de décroissement de ι étant supposée rester exactement la même jusqu'à $\iota = 0$ ou $m = 1$, on appelait t_1 le temps t du passage complet de la portion $\frac{2}{3}\pi a^3$ de la masse fluide par l'orifice.

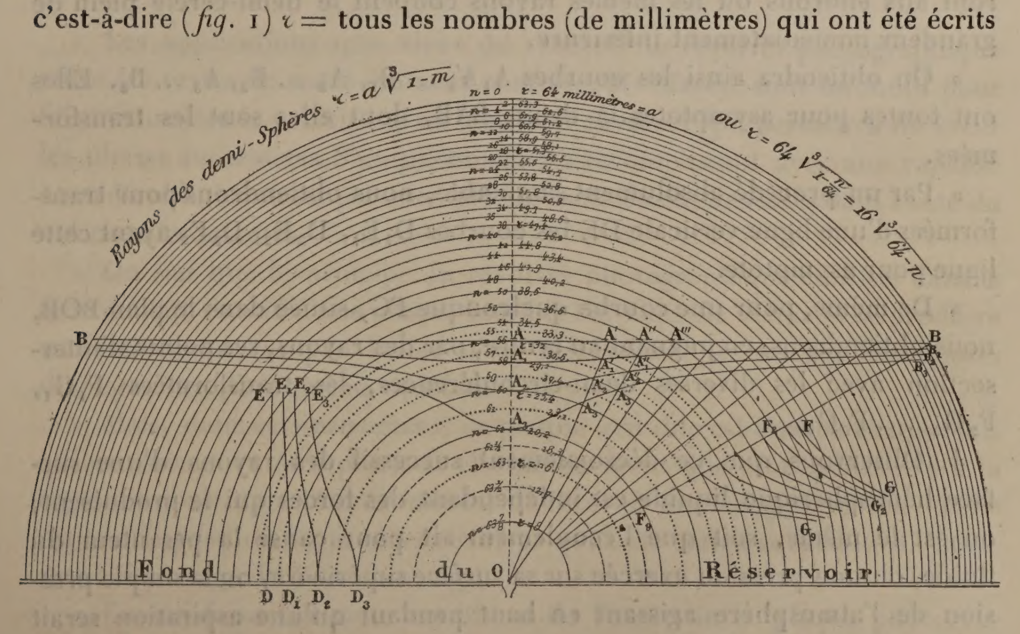
» Cette formule, si, par exemple

(7) $$a = 64^{\text{mm}},\quad m = \frac{n}{64},\quad \text{d'où}\quad \iota = 16\sqrt[3]{64-n},$$

donne

(8)	Pour $n = 64m = 0$,	2	4	6	...	56	60	63	63,75	64
	» $\iota = 64^{\text{mm}}$,	63,3	62,6	61,9	...	32	25,4	16	8	0

c'est-à-dire (*fig.* 1) $\iota =$ tous les nombres (de millimètres) qui ont été écrits



sur cette figure, au haut des demi-circonférences dont ils sont les rayons, avec, en regard à gauche, les valeurs correspondantes de $n = 64m$.

» La surface d'une demi-sphère fluide ayant le rayon 64^{mm} a pour transformées successives les autres demi-sphères dont cette figure présente, en lignes pleines, les coupes méridiennes, à mesure qu'il passe, par l'orifice, un volume

$$(9) \qquad V = \frac{2}{64}\frac{2}{3}\pi(64)^3 = 2\frac{2}{3}\pi(16)^3 \text{ millimètres cubes,}$$

qui est le volume compris entre deux demi-sphères consécutives.

» Cette épure offre le moyen d'obtenir graphiquement la transformée de toute autre ligne d'eau, droite ou d'une courbure quelconque, comprise dans un plan méridien.

» Soit par exemple, dans le plan de la figure, l'horizontale BAB distante de $OA = 32^{mm}$ du fond, ou de l'orifice O. Qu'on joigne par des rayons OA, OA', OA'', OA''', ..., OB, avec son centre O, les divers points où cette ligne est coupée par les demi-circonférences en lignes pleines; ces points, quand se sera écoulé le volume que nous appelons (9) V, se trouveront transportés en A_1, A'_1, A''_1, ..., B_1, où les mêmes rayons auront coupé la ligne circulaire pleine la plus proche. L'ensemble de ces points donne une première transformée. Qu'il s'écoule un second volume V; les points se trouveront aux endroits où les mêmes rayons coupent le demi-cercle plein de grandeur immédiatement inférieure.

» On obtiendra ainsi les courbes $A_1 A'_1 \ldots B_1$, $A_2 \ldots B_2$, $A_3 \ldots B_3$. Elles ont toutes pour asymptotes la droite BAB, dont elles sont les transformées.

» Par un procédé absolument semblable, nous obtiendrons pour transformées d'une ligne verticale DE les courbes D_1E_1, D_2E_2, D_3E_3 ayant cette ligne pour asymptote.

» De même, pour une courbe quelconque FG, située dans le plan BOB, nous obtiendrons, en joignant au centre, par des rayons, ses points d'intersection avec les diverses demi-circonférences, les transformées F_1G_1, F_2G_2, ..., F_9G_9.

4. Observons que ce décroissement successif des rayons d'une surface hémisphérique liquide est indépendant des forces qui le produisent, ou est le même, soit que l'écoulement ait pour cause la pesanteur du fluide, ou une pression exercée sur sa surface supérieure, ou la simple pression de l'atmosphère agissant en haut pendant qu'une aspiration serait exercée en bas sur l'orifice.

» Les transformées successives d'une même nappe fluide sont indépen-

dantes, aussi, du degré de la vitesse de sortie du fluide, ainsi que des dimensions absolues, supposées toujours petites, de l'orifice, et des quantités absolues écoulées.

» Leurs formes seraient aussi les mêmes si le fond était un plan incliné au lieu d'un plan horizontal, les dimensions de la masse fluide étant toujours supposées indéfinies.

» Observons encore que, pour obtenir les transformées de BAB (même *fig.* 1) dont le *sommet*, tel que A_3, se rapproche de l'orifice, on pourrait se servir des demi-circonférences que nous avons tracées en ponctué et qui sous-doublent successivement les quantités de fluide comprises entre les demi-sphères indiquées par les lignes pleines.

» Mais, dans d'autres Communications, nous donnerons des moyens de faire mieux et plus complètement connaître ces curieuses courbes, et nous déterminerons les mouvements fluides dans des réservoirs *non indéfinis*, ou limités par des parois planes à des distances finies des orifices. »

PHOTOGRAPHIE. — *Note sur le principe d'un nouveau revolver photographique*; par M. J. **Janssen**.

« Les applications que vient de recevoir le revolver photographique entre les mains de notre éminent confrère, M. Marey, sont un motif pour faire connaître le principe d'un nouveau revolver qui permettra de saisir les phases successives d'un phénomène s'accomplissant avec une rapidité considérable, comme, par exemple, le mouvement des ailes dans l'acte du vol chez les insectes.

» On sait que le principe du revolver photographique consiste dans le mouvement rotatif d'une plaque sensible sur laquelle viennent se produire successivement, et par l'effet d'un mécanisme, les images des phases diverses d'un phénomène variable.

» Mais, dans cet instrument, la plaque sensible est arrêtée chaque fois qu'une image va être prise, et elle ne se meut que pour permettre à la région voisine, non impressionnée, de recevoir une image nouvelle. Telle était la disposition du premier revolver qui a été conçu et exécuté à l'occasion du passage de Vénus en 1874.

» En satisfaisant à cette condition de l'arrêt de la plaque photographique pendant la prise de l'image, on peut encore obtenir un certain

nombre de photographies par seconde, et c'est le cas qui a été réalisé par M. Marey dans l'étude qu'il vient de présenter sur le vol des oiseaux; mais il est aisé de comprendre que cette condition impose une limite bientôt atteinte dès qu'on veut dépasser une dizaine d'images par seconde. C'est qu'il est extrêmement difficile d'arrêter subitement, et pour un temps très court, un corps animé d'un mouvement rapide.

» Par exemple, l'étude du vol chez les insectes exige qu'on prenne des images se succédant à des intervalles d'une petitesse extrême, probablement fort au-dessous de $\frac{1}{100}$ de seconde. Or, il serait impraticable d'imprimer à une plaque des mouvements et des arrêts se succédant avec une telle rapidité.

» Les applications du revolver qui sont peut-être les plus intéressantes et les plus riches en faits nouveaux seraient demeurées inabordables si cette condition des arrêts successifs était absolument inéluctable.

» Mais, depuis longtemps déjà que je songe à utiliser cet instrument pour l'étude de la mécanique animale [1], j'ai pensé qu'il serait possible de prendre des images photographiques sur une plaque en mouvement.

» Si l'on analyse la question, on trouve qu'il existe un rapport, suivant la délicatesse des éléments de l'image, entre le mouvement qu'on peut donner à la plaque et le temps de l'action lumineuse.

» La Communication de notre confrère M. Marey ayant appelé de nou-

---

[1] Extrait du *Bulletin de la Société française de Photographie*, avril 1876.

« La propriété du revolver, de pouvoir donner automatiquement une série d'images nombreuses, et aussi rapprochées qu'on veut, d'un phénomène à variations rapides, permettra d'aborder des questions intéressantes de Mécanique physiologique se rapportant à la marche, au vol, aux divers mouvements des animaux. Une série de photographies qui embrasserait un cycle entier des mouvements relatifs à une fonction déterminée fournirait de précieuses données pour en éclairer le mécanisme.

» On comprend, par exemple, tout l'intérêt qu'il y aurait, pour la question encore si obscure du mécanisme du vol, à obtenir une série de photographies reproduisant les divers aspects de l'aile durant cette action. La principale difficulté viendrait actuellement de l'inertie de nos substances sensibles, eu égard aux durées si courtes d'impression que ces images exigent; mais la Science lèvera certainement ces difficultés.

» A un autre point de vue, on peut dire aussi que le revolver résout le problème inverse du phénakisticope. Le phénakisticope de M. Plateau est destiné à produire l'illusion d'un mouvement ou d'une action au moyen de la série des aspects dont ce mouvement ou cette action se compose. Le revolver photographique donne au contraire l'analyse d'un phénomène en reproduisant la série de ses aspects élémentaires. »

veau mon attention sur ces études, je me suis proposé de donner une démonstration expérimentale du principe dont nous parlons, et j'ai choisi pour sujet les images solaires.

» On sait que la granulation de la surface solaire est un des objets les plus difficiles à voir dans les lunettes, et que sa reproduction par la photographie n'a été obtenue que tout récemment. Or, pour donner du principe en question une démonstration tout à fait probante, je me suis proposé d'obtenir cette granulation sur une plaque animée d'un mouvement de $0^m,15$ à $0^m,20$ par seconde.

» Le résultat a pleinement répondu à ma prévision. J'ai l'honneur de mettre sous les yeux des Membres de l'Académie une plaque sur laquelle on voit reproduites deux portions identiques de la surface solaire.

» L'une de ces portions a été prise sur la plaque pendant qu'elle était au repos, et l'autre pendant que la plaque était animée d'un mouvement d'environ $0^m,15$ par seconde. La comparaison de ces deux images montre que le mouvement n'a empêché en rien la manifestation de la granulation, c'est-à-dire d'un des phénomènes les plus délicats de la photographie astronomique.

» Je n'insiste pas davantage aujourd'hui, voulant seulement démontrer le principe.

» On comprend que, la constatation de ce fait nous affranchissant de l'obligation des arrêts successifs, rien en quelque sorte ne limite le nombre des images que le revolver pourra fournir dans un temps donné. Il y a seulement à établir un juste rapport entre la délicatesse des détails de l'image, la vitesse de la plaque sensible et le temps de l'action lumineuse.

» Dans la nouvelle disposition, le plateau portant la plaque sensible, l'obturateur portant les fentes sont chacun animés d'un mouvement rotatoire continu, et c'est la grandeur de ces mouvements et leur rapport qui déterminent la rapidité dans la succession des images et les conditions de leur formation.

» D'après quelques supputations très simples, je me suis convaincu, depuis longtemps déjà, qu'il sera facile d'obtenir, d'un phénomène, des images se succédant à des intervalles de $\frac{1}{100}$ de seconde, et d'aller beaucoup au delà. »

THERMOCHIMIE. — *Sels haloïdes de l'argent et du potassium;* par M. BERTHELOT.

« 1. Ces faits étant établis, j'ai voulu aller plus loin et mesurer la chaleur même de formation des sels doubles; j'ai rencontré dans cette étude des circonstances spéciales, qui la rendent beaucoup plus pénible que celle des sels doubles du mercure. Ces obstacles résultent à la fois de la difficulté de préparer les sels doubles d'argent, et de la détermination de l'état précis de l'iodure ou du bromure d'argent, auquel il convient d'en rapporter la constitution. En effet, les sels haloïdes d'argent sont susceptibles de plusieurs états isomériques distincts, et ils n'affectent pas, au moment où ils se séparent de leurs sels doubles, le même état qu'ils acquièrent au bout de quelque temps (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 870).

» 2. *Iodures doubles.* — J'ai préparé ces corps, en saturant à 70°, avec de l'iodure d'argent récemment précipité, une solution aqueuse d'iodure de potassium, saturée à froid. On obtient de beaux cristaux brillants, répondant à la formule AgI, 3KI, HO et signalés par M. Ditte.

» L'eau mère évaporée fournit d'abord le même sel, puis un nouveau sel cristallisé : AgI, 2KI, HO, d'après mes analyses. En poursuivant l'évaporation, j'ai obtenu un troisième sel dans deux cristallisations consécutives, soit : 2AgI, 3KI, 2HO, d'après les analyses. Ce sel semble indiquer un premier composé AgI, KI, lequel n'a pu être isolé.

» Tous ces sels doubles sont décomposables par l'eau. Lorsqu'on les abandonne à l'air, ils tombent en déliquescence et la dose d'eau empruntée à l'atmosphère devient même assez grande pour précipiter une portion de l'iodure d'argent, d'abord amorphe. Mais, au bout de quelques semaines, l'iodure d'argent cristallise au sein de la liqueur mère.

» On détermine la chaleur de formation de ces sels doubles, en en mesurant la chaleur de dissolution dans une solution de cyanure de potassium, ainsi que la chaleur de dissolution de l'iodure de potassium dans l'eau et celle de l'iodure d'argent dans le cyanure de potassium.

» Cette marche est nécessaire pour assurer l'identité de l'état final; attendu que l'action de l'eau sur le sel double fournit l'iodure d'argent sous des états isomériques spéciaux (ce Recueil, t. XCIII, p. 871 et 873). On a trouvé ainsi, suivant l'état de l'iodure d'argent, pris pour origine :

3KI crist. + HO liq. + AgI état final.	−1,9	AgI état initial (p. 872).	+3,7
2KI + HO liq. + AgI état final...	0,0	AgI état initial.........	+5,6
3KI + 2HO liq. + 2AgI état final...	−0,7	2AgI état initial.........	+10,5

» Ainsi, le sel double peut être regardé comme formé avec dégagement de chaleur, si on le rapporte à cet état que l'iodure d'argent présente au moment où il vient d'être précipité. Pour l'état final de l'iodure d'argent, il y a au contraire absorption de chaleur. La même observation s'applique au composé préparé en fondant ensemble l'iodure d'argent et l'iodure de potassium, pris dans des rapports équivalents :

AgI + KI = AgI, KI fondu, puis solidifié, depuis AgI, état final........ − 1,8
» » depuis AgI, état initial...... + 3,8
AgI + 3KI = AgI, 3KI; depuis AgI état final.. − 0,9 AgI, état initial. + 4,7

» Les résultats avec les sels cristallisés sont plus sûrs qu'avec le sel fondu, qui peut retenir une dose notable de sa chaleur de fusion.

» 3. *Bromures doubles.* — En dissolvant le bromure d'argent à chaud, dans une solution de bromure de potassium saturée à froid, j'ai obtenu, par refroidissement, un bromure double : AgBr, 3KBr, HO, correspondant à l'un des iodures. Ce bromure a été traité par l'eau, puis par le cyanure de potassium, comme ci-dessus; on en déduit

3KBr solide + HO liq. + AgBr, état final... − 1,6; AgBr, état initial... + 1,4

» J'ai également examiné le corps obtenu en fondant ensemble AgBr + KBr à équivalents égaux. Ce composé est beaucoup plus tenace et difficile à broyer que l'iodure double correspondant. Il est aussi plus difficile à attaquer par l'eau et par le cyanure de potassium, même quand on opère sur un produit passé au tamis de soie. En raison de cette lenteur d'attaque, la correction du refroidissement est plus sensible que pour les autres sels doubles. Ces réserves faites, j'ai obtenu :

KBr + AgBr, état final .... − 0,4; AgBr, état initial .... + 2,6

» 4. *Chlorures doubles.* — On sait que les chlorures alcalins en solution saturée dissolvent le chlorure d'argent; des sels doubles ont été signalés. Je n'ai pas réussi à les obtenir par voie humide. Par fusion, on obtient aisément le système AgCl + KCl. Ce composé se désagrège dans l'eau plus aisément que le bromure double, quoique moins facilement que l'iodure double. Préparé récemment et traité par l'eau à 12°, il absorbe − 4,3; au lieu de − 4,5 pour KCl; ce sel double est donc formé avec un phénomène thermique sensiblement nul.

» 5. En s'appuyant sur les données qui précèdent, il devient possible de rendre compte d'une façon plus précise de ces réactions inverses, qui

s'effectuent dans une si faible proportion avec les sels haloïdes d'argent et dont j'ai donné l'interprétation générale (p. 821). Ces réactions résultent à la fois de l'intervention des sels doubles et des états isomériques divers des sels simples. Soit d'abord le chlorure et le bromure d'argent :

AgO s'unissant avec HCl étendu, dégage .... +20,9
avec HBr étendu, au début.......... +22,3

» Si donc on compare le bromure *précipité* au chlorure, au premier moment de sa formation, l'écart des chaleurs dégagées, soit +1,4, ne surpasse guère celui qui sépare le bromure de potassium *solide* du chlorure, soit +0,8; tandis que l'écart entre les chaleurs de formation (depuis les hydracides et l'oxyde) du bromure et du chlorure d'argent cristallisés (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 872), soit : +25,6 − 20,9 = +4,7, est très voisin de l'écart analogue entre le bromure et le chlorure de mercure cristallisés (même Recueil, t. XCIV, p. 605), soit : +15,4 − 11,0 = +4,4.

» Ces chiffres montrent bien le double caractère des sels haloïdes d'argent (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 876) et de leurs analogies, d'un côté avec les sels alcalins, dans leur état initial ; d'un autre côté, avec les sels métalliques proprement dits, dans leur état final. Entre ces deux états isomériques extrêmes, on conçoit d'ailleurs l'existence de certains équilibres, comparables à la dissociation; c'est-à-dire l'existence d'une tension de transformation, analogue à celle qui a été définie par M. Troost pour les phosphores blanc et rouge, ou pour le cyanogène et le paracyanogène.

» 6. Ceci étant admis, les chaleurs de formation du bromure double d'argent, soit +1,4 pour AgBr, 3KBr, et +2,6 pour AgBr, KBr, égalent et surpassent l'écart des chaleurs de formation du chlorure et du bromure d'argent (pris dans son état initial). La réaction inverse

$$2AgBr + 2KCl = AgCl, KCl + AgBr, KBr$$

devient donc possible, et par suite le partage. Mais celui-ci est limité par une double circonstance, à savoir : la dissociation fort avancée du sel double en présence de l'eau, et la dose actuelle du bromure d'argent, sous l'état isomérique convenable, susceptible d'exister ou d'être régénéré dans les conditions de l'expérience. Aussi le partage est-il minime.

» 7. La même explication s'applique aux doubles décompositions entre l'iodure d'argent et les bromures alcalins :

HBr étendu + AgO dégage, état initial.....	+22,3;	état final.....	+25,6
HI étendu + AgO dégage, état initial.....	+26,5;	état final.....	+32,1

» Entre les deux états initials l'écart s'élève à + 3,2.

» Observons que ces états initials sont seulement les premiers qui aient pu être saisis, l'origine étant encore en deçà; l'écart devrait devenir presque nul, s'il était tout à fait comparable à celui des sels alcalins. Sans entrer dans cette évaluation hypothétique, il est facile de remarquer que l'écart réellement observé + 3,2 est moindre que la chaleur de formation des sels doubles cristallisés. Par exemple, les sels étant envisagés dans leur état initial, et les sels doubles cristallisés, tels que je les ai analysés :

$$3\,AgI + n\,KBr + 3\,HO = AgI, 2\,KI, HO + 2(AgBr, 3\,KBr, HO) + (n-8)\,KBr$$

dégage.......... $-6{,}4 + 5{,}6 + 2{,}8 = +2{,}0$.

» L'énergie nécessaire pour renverser la réaction est donc ici présente. Mais la réaction même est limitée par la dissociation des sels doubles.

» L'explication des phénomènes demeure donc toujours la même, c'est-à-dire qu'elle fait entrer en compte, comme on le voit, *tous les composés susceptibles d'exister dans les circonstances de l'expérience*, envisagés *chacun suivant les conditions où il peut exister séparément.*

» En résumé, le déplacement de l'acide chlorhydrique, uni à l'oxyde d'argent, par les acides bromhydrique et iodhydrique, libres ou combinés avec les alcalis, s'effectue facilement et d'une manière prépondérante, en raison de la prépondérance thermique des derniers acides. De même, le déplacement de l'acide bromhydrique par l'acide iodhydrique.

» Ces déplacements seraient exclusifs, s'il n'existait ni sels acides, ni sels doubles. Mais les sels doubles rendent possibles les réactions inverses avec le cyanure de potassium. Elles sont alors totales et accompagnées par la redissolution du chlorure, du bromure, de l'iodure d'argent : ce qui s'explique par la chaleur de formation du cyanure double, sel stable en présence de l'eau et susceptible de se former en totalité.

» Avec les chlorure, bromure, iodure alcalins, les réactions sont pareilles en principe à celle du cyanure; c'est-à-dire qu'il se forme également des sels doubles, susceptibles de donner lieu à certains renversements des réactions. Mais les réactions inverses ne peuvent se développer que jusqu'à la limite marquée par la dissociation des sels doubles, dissociation de plus en plus avancée à mesure que l'on opère en présence d'une dose d'eau plus considérable, et qui s'oppose dès lors, dans la plupart des cas, à un partage quelque peu notable.

» En un mot, tout se réduit avec les sels d'argent, comme avec les sels de mercure, à une action fondamentale, qui résulte des principes thermo-

chimiques, et à une perturbation, qui se déduit des mêmes lois que l'action fondamentale : l'une et l'autre répondent au maximum thermique, celui-ci étant appliqué à des composés différents, les uns stables, ce sont les sels simples; les autres dissociés, ce sont les sels acides et les sels doubles. »

CHIMIE. — *Sur l'union de l'hydrogène libre avec l'éthylène;* par M. **Berthelot.**

« J'ai montré autrefois (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 431) que l'hydrogène libre s'unit vers le rouge sombre avec les carbures d'hydrogène, et notamment avec l'éthylène; mais la réaction est limitée par la décomposition même des hydrures, en vertu d'une véritable dissociation. Le degré de cette dissociation varie, et même assez rapidement, avec la température. En effet, dans mes anciennes expériences, faites dans une cloche courbe, au voisinage de la température de ramollissement du verre (550°), 51 centièmes d'éthylène, soit la moitié seulement, avaient pu être transformés. En opérant à une température plus basse et pendant un temps suffisant (trois heures), j'ai réussi à pousser la combinaison jusqu'aux 70 centièmes : elle était même plus nette, à cause de l'absence presque complète des produits secondaires. Peut-être réussirait-on à opérer une combinaison totale, en opérant à une température limite et pendant un temps suffisant. Mais il est difficile de régler avec précision des températures voisines de 500°. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur spécifique du gaz hypoazotique;* par MM. **Berthelot** et **Ogier.**

« Nous avons entrepris l'étude de la chaleur spécifique des gaz et vapeurs dont la densité varie considérablement avec la température, c'est-à-dire qui n'obéissent pas aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac, tels que le gaz hypoazotique, l'acide acétique et les corps analogues, enfin les éléments halogènes. Cette étude est longue et les expériences sont d'une exécution très difficile. C'est ce qui nous engage à signaler les premiers résultats de nos recherches sur le gaz hypoazotique.

» Nous avons mesuré la chaleur totale abandonnée par ce gaz entre 200° et 26° et entre 100° et 26°. On en déduit pour la chaleur spécifique moléculaire (c'est-à-dire rapportée au poids 46^{gr}) moyenne entre 100° et 200° un chiffre (+ 17,4) supérieur à la somme des chaleurs spécifiques de

l'azote et de l'oxygène, qui concourent à former le gaz hypoazotique, aussi bien qu'à la chaleur spécifique des gaz formés suivant les mêmes rapports de condensation 3 : 2 (acide carbonique, protoxyde d'azote, etc.). On sait que la même chose arrive pour les chlorures de phosphore, d'arsenic, de silicium, etc. Mais voici une propriété plus inattendue : entre 100° et 26°, la chaleur spécifique du gaz hypoazotique, contrairement à ce qui arrive pour tous les gaz étudiés jusqu'ici, est beaucoup plus forte qu'entre 200° et 100°. Ce résultat s'explique, parce qu'elle comprend en plus la chaleur de transformation, répondant aux travaux moléculaires qui amènent graduellement le gaz hypoazotique depuis sa densité théorique, répondant à la formule $AzO^4 = 4^{vol}$, jusqu'à une densité presque double. En d'autres termes, la chaleur dégagée par ce gaz depuis 100° jusqu'à 26° représente la somme de deux effets : l'un répondant à la chaleur que le gaz perdrait s'il ne changeait pas d'état moléculaire et qui peut être évaluée, d'après les mesures relatives à la chaleur spécifique entre 100°, et 200° ; l'autre répondant à ce changement d'état, soit $+ 3^{Cal},980$; chiffre presque égal à la chaleur même de vaporisation ($+ 4^{Cal},300$ sous la pression $0^m,760$). Une autre mesure, exécutée entre 51° et 26°, a montré en outre qu'il s'agit là, non d'un changement produit subitement au voisinage du point d'ébullition, mais d'un changement progressif, effectué pendant un intervalle de température assez étendu. La chaleur de vaporisation réelle, c'est-à-dire consommée dans les travaux qui amènent le gaz hypoazotique à sa densité théorique, pourrait alors être définie la somme de la chaleur de liquéfaction et d'une quantité répartie sur tout cet intervalle ; précisément comme la chaleur de solidification véritable, pour les liquides cireux et résineux, comprend la somme de la chaleur de fusion apparente et de l'excès des chaleurs spécifiques estimées au voisinage du point de fusion. Les propriétés optiques du gaz hypoazotique et les variations progressives de sa densité concordent dans leur signification générale avec les phénomènes thermiques que nous signalons ici. Nous y reviendrons avec plus de détail. »

MÉCANIQUE ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur une thèse de Météorologie récemment soutenue devant la Faculté des Sciences de Paris;* par M. FAYE.

« L'Académie n'a peut-être pas oublié les longues discussions que j'ai soutenues contre les savants météorologistes au sujet des mouvements tournants de l'atmosphère connus sous le nom générique de *cyclones*, et

comprenant les tempêtes, bourrasques, ouragans, typhons, tornados, trombes de toutes les dimensions.

» Je soutenais que les gyrations à axe vertical sont descendantes, prennent naissance dans les courants supérieurs et sont entraînées avec eux dans leur mouvement de translation par-dessus les saillies et obstacles que la surface de la Terre peut présenter, non pas sur les mers, mais sur les continents.

» Il est essentiel de ne pas s'y méprendre, car ces mouvements gyratoires, réguliers, persistants, à axe vertical, ont un rôle des plus importants dans la mécanique atmosphérique. S'imaginer qu'ils prennent naissance en bas, dans les couches inférieures immobiles, et qu'ils montent de là aux couches élevées, c'est se condamner à prendre toutes les questions au rebours de la réalité. On continuera longtemps à raisonner sur ce pied-là sans faire avancer la science; on aura beau accumuler les observations : cette manière de les interpréter les condamne d'avance à la stérilité, malgré les beaux et grands travaux des météorologistes de notre époque.

» Cela tient à ce que les mouvements tournants dans les fluides ont été peu étudiés. Tout le monde comprend ou croit comprendre les vents horizontaux par lesquels se rétablit l'équilibre entre deux régions atmosphériques inégalement chauffées par le soleil; mais ce qu'on ne comprend pas, ce sont les mouvements tourbillonnaires qui se produisent dans ces fleuves aériens, et qui constituent un élément mécanique tout à fait spécial, *sui generis,* aussi régulier et plus important par ses effets que les courants eux-mêmes.

» Ces courants en effet s'étendent, par une courbe régulière très prononcée, de la zone équatoriale vers les deux calottes polaires; mais ils ont une très faible pente. L'air qu'ils transportent s'abaisse lentement : jamais nous n'en ressentons l'effet; il doit, même dans les régions polaires, ne pas arriver au contact du sol et n'y produire que des effets mécaniques indirects. Au contraire, les tourbillons ont pour effet de faire descendre rapidement sur place l'air de ces fleuves supérieurs, d'en concentrer la force vive vers le bas et de l'amener en contact violent avec la terre ou la surface des eaux.

» Ce n'est pas seulement de la force vive que ces gyrations régulières, persistantes, marchant à grande vitesse (avec les courants supérieurs), amèneront ainsi violemment au ras du sol. Elles entraîneront, avec l'air des hautes régions, les cirrhus glacés qu'il charriait bien au-dessus de nos têtes et l'électricité de ces couches supérieures. De là le rôle physique considé-

rable de ces mêmes gyrations, car les aiguilles de glace des hautes régions, au lieu de se rapprocher insensiblement du sol sur le parcours énorme de l'équateur aux pôles, se trouvent amenées presque subitement en bas, dans les régions tropicales ou tempérées, produisant au sein des couches basses les averses, les pluies, la grêle, etc. Si, au contraire, les courants supérieurs n'ont pas de cirrhus, l'air entraîné en bas par des gyrations à axe vertical s'y échauffera par la compression qu'il subit, et nous arrivera avec une température élevée et une sécheresse extraordinaire. Au lieu d'une tempête à pluie ou à grêle, il se produit, en certains pays, un véritable simoun.

» Quant à la question de savoir pourquoi les courants supérieurs sont toujours chargés de cirrhus dans certaines régions, et pourquoi ils en manquent parfois dans d'autres, c'est une question de géographie facile à résoudre quand on jette un coup d'œil sur une mappemonde et qu'on y remarque la singulière disposition des masses continentales près de l'équateur.

» Évidemment ces grands phénomènes cesseront d'être compris si, sous l'influence d'un préjugé, on en prend la mécanique à rebours, si l'on s'imagine que les mouvements gyratoires naissent en bas et vont porter en haut l'air des couches inférieures. Le préjugé qui fausse ainsi la Météorologie date de loin et provient d'une interprétation inexacte des apparences. Les mouvements gyratoires se présentent souvent sous une forme admirablement définie, très restreinte et facile à saisir d'un coup d'œil, celle des trombes. Eh bien, presque tous les observateurs, et ils sont nombreux, ont cru y reconnaître un mouvement ascendant. Les habitants de la terre ferme les voient soulever des torrents de poussière; les marins les voient pomper l'eau de la mer jusqu'aux nues. Évidemment, se disent les témoins oculaires, dupes de leur impression visuelle, les trombes sont ascendantes, et on étend cette conclusion à tous les mouvements gyratoires qui ne sont effectivement que des trombes plus ou moins vastes. L'Académie m'est témoin qu'à l'exemple de Buffon et de Spallanzani j'ai souvent combattu ce préjugé par des faits irrécusables. Rien n'y fait : nous nous trouvons, si l'on me permet de me joindre à ces grands observateurs, dans le cas d'un astronome qui voudrait persuader aux gens que la Terre tourne; ils lui répondraient, avec la ténacité d'une conviction profonde : mais non, nous sentons bien qu'elle ne tourne pas.

» Ce retour sur d'anciennes discussions m'est suggéré par la lecture de la thèse qu'un professeur de Physique, M. Hébert, vient de présenter à la Faculté des Sciences sur le fœhn et le sirocco.

» Le fœhn est un cas de tourbillons amenant en bas de l'air sec et chaud; j'en ai donné en 1876 l'explication dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1877. Ce qui le rend très singulier, c'est qu'il ne se produit pas directement comme les tempêtes sèches dont je parlais tout à l'heure, mais au sein de tempêtes ordinaires à nos pays, accompagnées de précipitations aqueuses. Le fœhn est particulier aux régions montagneuses; le nom même de *fœhn* est un nom suisse, parce que c'est en Suisse que le phénomène est le plus commun et a été le plus remarqué. On l'expliquait, en dehors de tout mouvement gyratoire, en disant que, si un vent humide vient à rencontrer une chaîne de montagnes, il s'élève sur ses flancs en vertu de la vitesse acquise, se dilate et se refroidit en montant, se dépouille ainsi, sous forme de pluie ou de neige, de son humidité, et arrive à la crête à peu près sec. De là, en redescendant sur la pente opposée, il pénètre sec dans les couches basses, s'y comprime, s'échauffe et arrive en bas avec une sécheresse extraordinaire. D'autres savants météorologistes pensent que cet air, parvenu en haut, continue horizontalement son chemin; mais qu'en passant sur une vallée il y détermine, par son mouvement rapide, une aspiration à laquelle il obéit lui-même et redescend dans la vallée, en y apportant de la chaleur et de la sécheresse. Ces deux explications sont également inacceptables. Dans la première, on suppose que de l'air parvenu à la crête d'une montagne va redescendre de lui-même comme ferait un cours d'eau qui a franchi un obstacle. Dans la seconde, on imagine que de l'air amené par une aspiration, simplement pour combler un déficit, va subir une compression. L'explication de ce cas particulier exige quelques développements. Je l'ai rattaché à la tendance à la segmentation que les mouvements gyratoires présentent lorsqu'ils se sont considérablement élargis, comme cela a lieu constamment dans nos climats. Alors un obstacle de quelques milliers de mètres qui, sous les tropiques, serait aisément franchi sans altérer le tourbillon, parce que son origine se trouve bien au-dessus de l'obstacle, peut déterminer chez nous une décomposition partielle. Ces phénomènes n'ont pas été suffisamment étudiés. On comprend néanmoins que, si un vaste mouvement gyratoire se trouve scindé, les tourbillons partiels qui s'intercaleront entre les segments principaux, et qui se renouvelleront pendant tout le trajet de la bourrasque générale, peuvent avoir leur embouchure supérieure au-dessous de la région des cirrhus. Dès lors, l'air qu'ils amèneront en bas sera chaud et sec, et non froid et humide comme dans les contrées environnantes parcourues par le grand mouvement gyratoire.

» On voit en quoi consiste la différence entre le fœhn et le simoun. L'un est un accident tout local provenant de l'obstacle qu'un massif montagneux oppose à une bourrasque tournante. L'autre est une tempête ordinaire sans cirrhus. Le premier est dû à une segmentation plus ou moins persistante d'un vaste mouvement tourbillonnaire dont les deux tronçons comprennent entre eux des gyrations partielles, trop basses pour entraîner les cirrhus supérieurs. Une fois l'obstacle franchi, la segmentation persiste, et donne lieu, au delà, à deux bourrasques distinctes, ou bien elle peut disparaître et rendre à la tempête sa figure première. Cette singulière décomposition des mouvements tournants n'est pas un fait rare; il a été fréquemment observé sur des trombes qui semblent alors se multiplier au sein d'un vaste ouragan. On en cite de fréquents exemples, pour les tempêtes qui, parties uniques d'Amérique, arrivent en double ou en triple dans nos climats.

» Ce qui m'a frappé dans la thèse en question, c'est que le savant auteur a eu recours, cette fois, à l'idée si longtemps repoussée par les météorologistes, de tourbillons descendants. Il est loin de généraliser cette idée, mais c'est un pas de fait. On finira bien par en faire d'autres dans le même sens, à mesure qu'on étudiera plus sérieusement les grands mouvements atmosphériques. Par exemple, on finira par comprendre que, pour frapper à glace les masses énormes d'eau qui tombent parfois des nues sous forme de grêle, sur tout le trajet d'un ouragan, il faut y faire descendre les cirrhus; que, pour expliquer le mouvement général de translation d'une tempête, il ne faut pas la faire naître au ras du sol, dans des couches d'air immobiles, etc., etc.

» Je me suis parfois demandé comment il faudrait s'y prendre pour accélérer ces progrès si lents? Le moyen le plus efficace, à mon avis, serait de faire une place à la Météorologie dans l'enseignement de nos Facultés. Là, la théorie des grands mouvements de l'atmosphère se dégagerait bien vite de tous les obstacles, et, au besoin, la réaction qu'un auditoire éclairé, et surtout sans parti pris, exerce toujours sur le professeur obligerait bientôt celui-ci à rompre avec les préjugés régnants. J'exprimerai seulement ici un vœu. Puisqu'il ne s'agit pas ici d'un problème de Physique pure, mais d'une grande question de la dynamique des fluides, je voudrais que les jeunes professeurs chargés du nouvel enseignement ne fussent pas seulement d'habiles physiciens, mais qu'ils eussent encore une connaissance approfondie des lois de la Mécanique générale. Cette alliance-là n'est pas rare dans l'Université, bien que les règlements du doctorat en stipulent une

autre tout aussi naturelle, celle de la Physique et de la Chimie. Toutefois, je serais bien fâché qu'on se méprît sur la portée de cette remarque. Un véritable observateur n'a pas besoin de tant de sciences spéciales pour interpréter sainement les phénomènes qui attirent son attention, témoin Spallanzani et Buffon, qui, sans s'arrêter aux préjugés régnants, ont décrit les trombes d'une manière digne de leur génie. Mais, comme tout le monde ne peut être un Buffon ou un Spallanzani, le plus sûr est de commencer par la Mécanique, comme on le fait dans nos grandes Écoles, si l'on veut se mettre en état d'étudier sérieusement celle de l'atmosphère. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur quelques types de végétaux récemment observés à l'état fossile*; par M. **G. de Saporta.**

« Les découvertes dont je vais parler se trouvent réparties dans des terrains très divers. Je suivrai, pour les passer en revue, l'ordre de succession de ces terrains, en commençant par le plus ancien.

I. — *Terrain permien de la région de l'Oural.*

» M. Grand'Eury, dans le cours d'un voyage d'exploration, destiné à l'étude des gisements carbonifères de la Russie ouralienne et altaïque, a retiré du permien moyen de Jelovick, près de Tchoussovskaïa, de nombreuses empreintes qu'il a bien voulu me communiquer, et dans lesquelles j'ai reconnu les feuilles d'une curieuse espèce de Ginkgo, à laquelle son âge reculé donne un intérêt particulier. En effet, ce serait le plus ancien exemple de l'existence du genre *Salisburia* ou *Ginkgo*, représenté de nos jours par l'unique *Ginkgo biloba* Kæmpf. Je propose d'appliquer à la nouvelle espèce le nom de *Salisburia primigenia*. Jusqu'ici les Ginkgos ne dépassaient pas le rhétien, dans la direction du passé. En Europe, le *S. crenata* (Brauns) Nath. et, en Australie, le *S. antarctica* Sap., espèce encore inédite, marquaient les derniers jalons qui aient été signalés.

» Le Ginkgo permien de l'Oural offre les mêmes variations de feuilles que le type actuel. Tantôt entières, tantôt bilobées, bipartites ou même laciniées, les feuilles fossiles présentent des diversités qui paraissent calquées sur le même modèle. Elles affectent aussi à peu près les mêmes dimensions; mais leur examen démontre qu'elles s'écartent, par deux caractères très nets, des organes correspondants de leur congénère vivant : une consistance des plus coriaces et la largeur exceptionnelle du pétiole. Ces

deux nuances différentielles rapprochent ces mêmes feuilles permiennes de celles des *Baiera*, genre éteint de la famille des Salisburiées, qui a laissé de nombreux vestiges dans les divers étages du terrain jurassique. Pourtant, l'espèce découverte à Jelovick par M. Grand'Eury se distingue bien des *Baiera* et doit être rangée incontestablement parmi les *Salisburia* vrais, dont elle possède la physionomie et les traits essentiels.

II. — *Terrain crétacé à lignites du bassin de Fuveau* (*Bouches-du-Rhône*).

» La zone des lignites exploités à Gréasque, à Gardanne, à Fuveau et à Trest, d'abord considérée comme tertiaire, a été rangée par M. Ph. Matheron, après des études consciencieuses, sur un horizon inférieur à celui de la craie de Maëstricht. Bien que les plantes soient rares et souvent réduites à l'état de fragments, dans les marnes et les plaques calcaires qui accompagnent le combustible, elles n'y sont cependant pas inconnues, et la présence du *Flabellaria longirhachis* Ung., palmier caractéristique de la craie de Gosau, est venue confirmer les données à la fois paléontologiques et stratigraphiques développées depuis des années, et non sans contradiction, par M. Matheron.

» C'est à Trest, dans un lit de marne charbonneuse, subordonné à la plus basse couche du lignite exploité, que M. Georges Darodes, ingénieur de la Compagnie des Mines de la Grand'Combe, vient de rencontrer un assez bon nombre de feuilles d'un *Nelumbium*, genre de plantes dont une espèce célèbre, le *Nelumbium speciosum* ou Lotus des anciens, peuple les eaux tranquilles des grands fleuves de l'Asie, tandis qu'une seconde espèce, le *Nelumbium luteum*, se retrouve en Amérique.

» Les feuilles recueillies par M. Darodes ont été visiblement entraînées par le courant d'un fleuve et couchées au fond de l'eau, tantôt entières, tantôt lacérées, les unes étalées, les autres repliées en cornet par l'impulsion du courant, ou simplement parce que, en flétrissant, elles prennent d'elles-mêmes cette attitude.

» Elles varient de grandeur, mais non de forme, et leurs caractères sont des plus nets. Leur diamètre ordinaire atteignait ou dépassait $0^m,60$; mais les plus larges mesuraient parfois jusqu'à $0^m,50$ de rayon. Leur limbe est exactement pelté-orbiculaire, pourvu de nervures rayonnantes au nombre de 18 à 20 pour les moindres feuilles, de 24 à 26 pour celles qui en comptent le plus grand nombre. Ces nervures se ramifient avant d'atteindre la marge et donnent lieu à des anastomoses qui forment un réseau à mailles bien plus fines que dans l'espèce actuelle d'Asie. Dans celle-ci, les nervures rayon-

nantes sont à peu près aussi nombreuses, mais elles se divisent à l'aide de dichotomies successives, plus régulièrement disposées. Ces différences autorisent à proposer, pour le Nélumbo fossile découvert par M. Darodes, la dénomination de *N. gallo-provinciale*. Ce type est presque nouveau pour la flore fossile; sa détermination générique ne souffre aucune difficulté. Il n'en est pas ainsi du *N. Buchii* Ett., qui ressemble plutôt à un *Nymphæa* par la présence d'une nervure médiane plus forte que les autres nervures rayonnantes. Le *N. Casparianum* Hr. du tertiaire de Sieblos a été mentionné dans une Note de M. Heer, mais il n'a été ni décrit, ni figuré, à ce que je crois.

» J'ajouterai deux remarques : la première, c'est que les plantes dont les rares vestiges accompagnent le *N. gallo-provinciale* dans les lignites de Fuveau se rapportent généralement, comme lui, à des types fluviatiles : c'est une *Osmunda*, c'est un *Pistia*; ce sont les fruits d'un *Nipa* et les feuilles d'un *Rhizocaulon*. Enfin, ce sont encore des spadices épars, sessiles et géminés, couverts de petits fruits serrés et donnant lieu, par la compression mutuelle, à des compartiments hexagones, que je serais tenté d'attribuer à un genre éteint du groupe des Acorées.

» La seconde remarque est celle-ci : le nouveau *Nelumbium* ajoute un terme de plus à la série des Dicotylées de la craie, période qui inaugure la diffusion en Europe de cette classe de végétaux. Par lui, les Nymphéacées viennent prendre place auprès des Magnoliacées, des Ménispermées et des Helléborées, dont la présence a été déjà signalée sur cet horizon géognostique; elles contribuent ainsi à accroître le nombre des familles polycarpiennes comprises dans la flore de la craie supérieure et qui, à raison même de leur structure florale moins complexe, paraissent avoir devancé les autres Dicotylées, dans l'ordre d'apparition propre aux végétaux de cette grande catégorie. »

M. Ledieu fait hommage à l'Académie d'un complément au Tome Ier de son *Traité des nouvelles machines marines*.

« Ce complément renferme, en conformité avec la Thermodynamique expérimentale, une théorie pratique, jusqu'ici inédite, des machines à vapeur *Compound*.

» Ces puissants engins ont pris aujourd'hui une extension considérable en navigation. On peut dire que c'est grâce à leur valeur économique qu'il devient possible d'aborder les vitesses extra-rapides de 18 nœuds (33^{km}), que quelques compagnies songent même à porter à 20 nœuds. »

M. **Th. du Moncel**, en présentant la quatrième édition de son Ouvrage sur le Téléphone, termine de la manière suivante :

« Je ferai remarquer à l'Académie que les progrès de la téléphonie et de ses applications ont été si rapides et si nombreux dans ces derniers temps, que j'ai été obligé, pour cette quatrième édition, de publier mon Ouvrage en deux volumes. Dans le premier, que je présente aujourd'hui à l'Académie, je ne m'occupe que du *téléphone* proprement dit, et surtout de ses applications pour la correspondance privée dans les villes. Dans le second, qui est actuellement sous presse, je traite toutes les questions se rattachant au microphone, au radiophone, au phonographe, aux machines parlantes et aux téléphotes. On comprend difficilement qu'en si peu de temps une science ait provoqué tant de recherches et de découvertes inattendues. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de feu M. *Bouillaud*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57,

M. P. Bert obtient.	30	suffrages
M. Davaine.	26	»
M. Brown-Séquard.	1	»

M. **P. Bert**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un de ses Membres qui devra remplir, dans la Commission centrale administrative, la place laissée vacante par le décès de M. Decaisne.

M. **H.-Milne Edwards** réunit la majorité des suffrages. Les Membres qui après lui ont obtenu le plus de voix sont MM. Fremy et Cahours.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1882.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Lalande (*Astronomie*) : MM. Faye, Tisserand, Mouchez, Lœwy et Janssen réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Liouville et Puiseux.

Prix Damoiseau (Théorie des satellites de Jupiter) : MM. Tisserand, Faye, Mouchez, Lœwy et Puiseux réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Janssen et Yvon Villarceau.

Prix Valz (*Astronomie*) : MM. Tisserand, Faye, Lœwy, Mouchez et Janssen réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. d'Abbadie et Liouville.

Grand prix des Sciences mathématiques (Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique) : MM. Fizeau, Jamin, Cornu, Desains et Jordan réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. O. Bonnet et Becquerel.

Prix Bordin (Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grand développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux) : MM. Becquerel, Fizeau, Cornu, Jamin et Desains réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Faye et Berthelot.

Prix Montyon (*Statistique*) : MM. de la Gournerie, Rolland, Boussingault, Lalanne et Bouley réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui après eux ont obtenu le plus de voix sont MM. Cosson et Favé.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur le passage de l'électricité à travers l'air raréfié.* Mémoire de M. E. **Edlund**, présenté par M. Jamin. (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« I. Dans un précédent Mémoire (¹), je réunissais, pour les comparer

---

(¹) *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Suède*, t. XIX, n° 2. *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXIV, p. 199 (1881). *Philosophical Magazine*, t. XIII, p. 1 (1882). *Wied. Annalen*, t. XV (1882).

entre elles, les recherches faites à différentes reprises par divers physiciens sur le passage de l'électricité au travers de gaz raréfiés, et j'essayais, entre autres, de démontrer que le vide est un conducteur de l'électricité, ou qu'il oppose une résistance insignifiante à la propagation de cette dernière. Ce résultat est en contradiction flagrante avec l'opinion généralement reçue jusqu'ici, d'après laquelle le vide est un parfait isolateur. Si un courant électrique est incapable de traverser le vide de Torricelli, cela ne tient pas à ce que le vide même est isolateur, mais à ce fait qu'il existe, au point de passage entre les électrodes et le gaz raréfié, un obstacle à la propagation de l'électricité, et que cet obstacle augmente à mesure que l'air se raréfie. Dès que le gaz a été suffisamment raréfié, l'obstacle en question est devenu si puissant, que le courant est incapable de le surmonter et, comme conséquence, de traverser l'air raréfié. Suivant ce mode d'interprétation, ce n'est donc nullement la résistance du gaz raréfié qui fait obstacle au passage du courant, mais il faut chercher cet obstacle au point de passage entre les électrodes et le gaz raréfié. S'il était possible d'introduire, de manière ou d'autre, le courant dans le vide sans l'aide d'électrodes, il serait donc à même de le traverser sans peine. Les expériences faites jusqu'à ce jour sur le passage de l'électricité par des gaz raréfiés militent, suivant ma conviction intime, en faveur de la justesse de cette explication. Aussi, plusieurs physiciens ont-ils été amenés à constater qu'il existe effectivement, au point de passage entre les électrodes et le gaz raréfié, un obstacle spécial à la propagation du courant. Mais l'on n'a pas compris, selon moi, la vraie nature de cet obstacle, et l'on a tout aussi peu essayé de démontrer que la grandeur de l'obstacle augmente avec la raréfaction du gaz; en outre, on ne lui a pas attribué l'importance qui lui revient à un si haut degré.

» Le résultat du Mémoire mentionné plus haut, en ce qui concerne l'objet du travail actuel, peut se résumer comme suit : si r est l'obstacle à la propagation de l'électricité, qui se trouve au point de passage entre les électrodes et le gaz, r_1 la résistance électrique dans une colonne de gaz de l'unité de longueur, et l la distance entre les électrodes, $r + r_1 l$ sera la somme des résistances que l'électricité doit surmonter pour passer d'une électrode à l'autre. De ces deux termes, r augmente continuellement à mesure que le gaz se raréfie, tandis que, pendant le même temps, r_1 subit une diminution incessante. D'une interprétation judicieuse des expériences qui ont été faites, et principalement de celles de Hittorf, il résulte que l'augmentation de l'une de ces quantités et la diminution de l'autre conti-

nuaient jusqu'à ce que le gaz fût parvenu à la plus grande raréfaction qu'il fût possible d'obtenir par le moyen de la pompe à mercure employée. Dans l'espace vide d'air, r reçoit une valeur telle, qu'il est impossible au courant de la surmonter. Si donc le courant ne peut traverser le vide, ce n'est pas parce que la valeur r_1 de cette résistance est devenue trop grande, mais parce que r a augmenté à un degré tel, que le courant est hors d'état de le surmonter. Plusieurs propriétés des gaz par rapport au passage de l'électricité montrent que cette interprétation de la résistance qu'ils opposent à la propagation de cette dernière est effectivement la seule vraie.

» J'ai formulé, dans mon Mémoire prémentionné, l'opinion que l'obstacle principal rencontré par le courant électrique, à la surface de passage entre les électrodes et le gaz raréfié, est dû à une *force électromotrice*, produisant un courant en sens inverse du courant principal. J'ai pu constater, par la voie expérimentale, que c'est effectivement le cas, et que, du moins quand la raréfaction a atteint une certaine limite, cette force subit une augmentation continue si l'on poursuit encore davantage la raréfaction.

» ... Mes recherches actuelles confirment, à tous égards, les résultats auxquels m'avait conduit l'examen des observations d'autres physiciens, sur le passage de l'électricité par des gaz raréfiés. Le maximum que présente l'intensité du courant à une certaine pression de l'air, quand un courant traverse un espace d'air raréfié, n'est dû, en aucune façon, comme on l'a généralement admis, à ce que la résistance $r_1 l$ de l'air présente un minimum à cette pression, et augmente ensuite en grandeur avec l'accroissement de la raréfaction, mais bien à ce qu'elle peut se représenter par une somme $e + r_1 l$, qui possède alors sa valeur minima. Si l'on continue la raréfaction, la résistance $r_1 l$ continue à diminuer, tandis que e croît constamment. La circonstance qui a été mentionnée relativement au courant induit, savoir que ce courant possède son maximum de valeur à une certaine pression de l'air, ne fournit, par suite, aucun appui à l'allégation que, dans l'air fortement raréfié ou dans le vide, la résistance est assez grande pour empêcher le courant de traverser ce dernier. Ce n'est pas ici la résistance du gaz, mais la force électromotrice e, augmentant avec la raréfaction et liée aux électrodes, qui porte obstacle au passage du courant. Tout concourt à faire admettre que le vide oppose une résistance très faible à la propagation de l'électricité. On peut donc, sans l'emploi d'électrodes, par induction à distance ou par frottement à la surface d'un tube dans lequel l'air a été suffisamment raréfié pour rendre impossible le

passage d'un fort courant d'induction entre les électrodes, provoquer sans peine dans ce tube un mouvement électrique assez considérable pour y produire un développement sensible de lumière. Or, cela ne se pourrait pas si le gaz fortement raréfié, ou le vide, était un isolateur. »

M. de Salvert adresse, par l'entremise de M. C. Jordan, un Mémoire sur les ombilics coniques.

(Commissaires : MM. Puiseux, Bouquet, C. Jordan.)

M. V. Burq adresse, par l'entremise de M. Pasteur, un instrument auquel il donne le nom de « vaccineuse ». Cet instrument est destiné à recueillir et à conserver les virus en général, et le vaccin humain en particulier, à l'état sec, sur de petites aiguilles métalliques, de façon que la vaccination puisse être pratiquée par toutes les mains, sans douleur ni effusion de sang.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. Azapis soumet au jugement de l'Académie la description et le dessin d'une nouvelle lampe électrique.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. A. Ardisson adresse un projet d'aérostat dirigeable.

(Renvoi au Concours Penaud.)

M. P. Pannaux adresse une Note relative à un moyen de protection contre les accidents produits par la collision des trains, sur les chemins de fer.

(Renvoi à la Commission.)

M. Thévenet adresse une Note relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Rapport de M. *F. Hément* à M. le Ministre de l'Instruc-

tion publique sur le Congres national réuni à Bordeaux du 8 au 14 août 1881, pour l'amélioration du sort des sourds-muets.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe de courbes unicursales.* Note de M. G. **Darboux.**

« Dans les deux dernières séances, M. Laguerre a communiqué à l'Académie d'intéressantes propriétés de certaines courbes de quatrième classe, auxquelles il a donné le nom d'*hypercycles*. En 1879-80, M. Chasles avait bien voulu me confier son Cours de Géométrie supérieure à la Faculté des Sciences, et j'ai traité la théorie des imaginaires conformément aux vues introduites dans la Science par l'illustre géomètre. J'ai été ainsi amené à donner, au mois de janvier 1880, relativement à des courbes unicursales de toutes les classes, quelques propositions qui ont les rapports les plus étroits avec quelques-unes de celles qui ont été énoncées par M. Laguerre. Ce sont ces propositions que je demande à l'Académie la permission de lui communiquer.

» Considérons d'abord n droites $d_1, \ldots, d_n$. Si l'on marque sur ces droites des points $O_1, \ldots, O_n$ destinés à servir d'origine aux segments comptés sur ces droites, une droite variable δ interceptera sur ces droites fixes des segments $O_1A_1, \ldots, O_nA_n$. Cela posé, *si l'on assujettit ces n segments à satisfaire à la relation linéaire*

$$(1) \qquad \Sigma\lambda_i\overline{O_iA_i} = K,$$

la droite δ enveloppera une courbe de $n^{ième}$ classe au plus, admettant une seule tangente parallèle à une droite donnée.

» Réciproquement, *toute courbe de $n^{ième}$ classe admettant une seule tangente parallèle à une droite donnée, c'est-à-dire ayant la droite de l'infini pour tangente multiple d'ordre $n - 1$, jouit de la propriété que chacune de ses tangentes intercepte sur n tangentes fixes des segments entre lesquels il existe une relation linéaire.*

» Dans le cas où $n = 2$, la courbe devient une parabole et l'on retrouve ainsi une propriété bien connue de cette courbe. La proposition précédente peut donc être considérée comme la généralisation et l'extension à toute une classe de courbes unicursales d'une des propriétés les plus essentielles de la parabole.

» Mais, relativement à ses tangentes, la parabole jouit encore d'une autre propriété fondamentale : les deux segments interceptés par trois tangentes

fixes sur une tangente variable ont un rapport constant. Cette propriété s'étend, elle aussi, à toutes nos courbes unicursales, et l'on peut énoncer le théorème suivant :

» *Pour toute courbe de $n^{ième}$ classe, admettant une seule tangente parallèle à une droite donnée, il y a une relation linéaire et homogène entre les n segments interceptés sur une tangente variable par $n+1$ tangentes fixes.*

» Réciproquement, *si $n+1$ droites fixes interceptent sur une droite variable n segments entre lesquels a lieu une relation linéaire et homogène, la droite mobile enveloppe une courbe au plus de la $n^{ième}$ classe, admettant une seule tangente parallèle à une droite donnée.*

» Il est clair que ces propositions comportent beaucoup de cas particuliers, et sont susceptibles d'applications diverses. Je me contenterai de faire remarquer ici qu'elles donnent une construction géométrique très simple de la courbe de la classe n déterminée par $2n$ tangentes.

» En faisant la perspective, on obtiendra des propositions applicables à toute courbe de classe n, admettant une tangente multiple d'ordre $n-1$.

» Considérons une telle courbe et n tangentes fixes. Marquons sur chaque tangente un point O_i choisi arbitrairement; soient P_i le point où elle est coupée par la tangente multiple, et M_i le point où elle est coupée par une tangente variable. On aura la relation

$$(2) \qquad \sum \alpha \frac{O_i M_i}{M_i P_i} = K,$$

ou, plus simplement,

$$(3) \qquad \sum_1^n \frac{\alpha'_i}{M_i P_i} = K'.$$

» De même, si l'on considère $n+1$ tangentes fixes et une tangente variable, on aura

$$(4) \qquad \sum_1^{n+1} \lambda_i \frac{OM_i}{M_i P} = 0,$$

les λ étant des constantes liées par la relation

$$(5) \qquad \Sigma \lambda_i = 0,$$

O étant un point quelconque de la tangente variable, et P le point où elle rencontre la tangente multiple. En vertu de l'équation (5), la relation (4)

subsiste quand on déplace le point O, et peut d'ailleurs prendre la forme

$$(6) \qquad \sum_{1}^{n+1} \frac{\lambda_i}{M_i P} = 0.$$

» Dans le cas où $n = 2$, c'est-à-dire où l'on a une conique quelconque, la relation (4) devient

$$\lambda_1 \frac{OM_1}{M_1 P} + \lambda_2 \frac{OM_2}{M_2 P} + \lambda_3 \frac{OM_3}{M_3 P} = 0,$$

ou, en faisant coïncider le point O avec le point M,

$$\lambda_2 \frac{M_1 M_2}{M_2 P} + \lambda_3 \frac{M_1 M_3}{M_3 P} = 0.$$

» Cette égalité est la traduction de la proposition bien connue relative au rapport anharmonique des quatre points où une tangente variable est coupée par quatre tangentes fixes. Notre proposition générale, exprimée par l'équation (4), peut donc être considérée comme étendant à toutes les courbes de classe n, admettant une tangente multiple d'ordre $n - 1$, la propriété anharmonique des tangentes d'une conique.

» Enfin, si l'on transforme par polaires réciproques, on obtient des théorèmes relatifs aux courbes d'ordre n ayant un point multiple d'ordre $n - 1$.

» Prenons sur une telle courbe n points A_i; menons par chacun de ces points une droite quelconque $A_i X_i$ et deux droites allant l'une au point multiple P de la courbe, l'autre à un point variable M. On aura la relation

$$\sum_{1}^{n} \alpha_i \frac{\sin \widehat{X_i A_i M}}{\sin \widehat{PA_i M}} = K,$$

ou, plus simplement,

$$\sum_{1}^{n} \alpha'_i \cot \widehat{PA_i M} = K'.$$

» Si l'on prend maintenant $n + 1$ points fixes A_i et un point variable M, par lequel on mènera une droite quelconque MX, on aura

$$\sum_{1}^{n+1} \mu_i \frac{\sin \widehat{XMA_i}}{\sin \widehat{PMA_i}} = 0,$$

avec la condition

$$\Sigma \mu_i = 0,$$

qui permet de ramener l'équation précédente à la forme

$$\sum_{1}^{n+1} \mu_i \cot \widehat{\mathrm{PMA}_i} = 0.$$

Toutes ces relations sont également la généralisation des propriétés anharmoniques du point dans les coniques.

» Il me reste à faire connaître d'autres propriétés relatives à d'autres courbes unicursales qui admettent, en général, deux tangentes parallèles à une direction donnée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les hypercycles.* Note de M. **Laguerre.**

« 8. Étant donnés deux cycles A et A′, désignons par a et a' les points où ils touchent une des tangentes communes, par b et b' leurs points de contact avec l'autre tangente commune, par α et β les points milieux des segments aa' et bb'. Je dirai que le cycle K qui touche les tangentes communes aux points α et β est le cycle moyen des cycles donnés et que A′ est le symétrique du cycle A relativement au cycle K.

» Cette notion a de fréquentes applications. Étant donnés deux couples de semi-droites (A, A′) et (B, B′), proposons-nous, par exemple, de déterminer les deux semi-droites qui forment un système harmonique avec A et A′, ainsi qu'avec B et B′. A cet effet, construisons le cycle moyen des cycles inscrits respectivement dans les semi-droites A, A′, B et A, A′, B′, puis le cycle moyen des cycles inscrits respectivement dans les semi-droites B, B′, A et B, B′, A′; cela posé, les tangentes communes aux deux cycles moyens dont je viens de parler sont les semi-droites cherchées.

» 9. Un hypercycle est complètement déterminé quand on se donne deux couples de tangentes conjuguées (A, A′) et (B, B′) et une tangente quelconque T. Si l'on détermine d'abord, comme je viens de le dire, les deux semi-droites qui forment avec (A, A′) et (B, B′) des systèmes harmoniques, on aura les semi-droites fondamentales de la courbe. Que l'on construise ensuite la conjuguée harmonique A_0 de T relativement à (A, A′), puis sa conjuguée harmonique B_0 relativement à (B, B′), le cycle polaire de T sera déterminé, puisqu'il doit toucher T, A_0 et B_0.

» L'hypercycle est donc bien défini, puisque l'on connaît ses deux semi-

droites fondamentales et le cycle polaire d'une semi-droite du plan, et l'on peut en construire autant de tangentes qu'on le veut.

» 10. Soit (A, A′) un couple de tangentes conjuguées de l'hypercycle; leurs cycles polaires ont en commun deux tangentes communes B et B′. Ces semi-droites constituent un couple de tangentes conjuguées de la courbe; leurs cycles polaires sont tangents à A et A′.

» Les deux couples de tangentes conjuguées (A, A′) et (B, B′) sont conjoints; en d'autres termes, si deux cycles respectivement inscrits dans les semi-droites A, A′ et B, B′ roulent l'un sur l'autre en demeurant constamment tangents, la tangente commune enveloppe l'hypercycle défini par les couples conjoints de tangentes.

» 11. Si une semi-droite roule sur un cycle K, le lieu du centre de son cycle polaire est une conique. Si l'on considère les cycles polaires de deux tangentes quelconques à ce cycle, leur centre de similitude est situé sur une droite fixe D. Il en résulte que l'enveloppe des cycles est un anticaustique par réfraction de conique, les rayons incidents étant perpendiculaires à la droite D.

» En particulier, les cycles polaires de toutes les semi-droites qui passent par un point P ont leur centre sur une droite Δ. A chaque point P du plan correspond ainsi une droite Δ; si plusieurs points sont sur la droite A, les droites Δ correspondantes passent par un point fixe Q auquel correspond la droite A. Le système des points P et des droites Δ constitue donc deux systèmes corrélatifs.

» 12. Soient K un cycle quelconque inscrit dans les deux semi-droites fondamentales, Ω et Θ les cycles principaux de la courbe, Ω_k et Θ_k les symétriques de K relativement à Ω et Θ; ces cycles sont aussi évidemment inscrits dans les deux semi-droites fondamentales. En désignant par ω_1 et θ_1 les points où Ω et Θ touchent respectivement A, la longueur $\omega_1\theta_1$ est parfaitement déterminée en grandeur et en signe; j'appellerai cette longueur p le paramètre de la courbe; il est clair que la distance entre les points où Ω_k et Θ_k touchent A est égale à $2p$.

» Cela posé, si une semi-droite roule sur K, son cycle polaire demeure constamment tangent à Ω_k et Θ_k. Si l'on désigne par ω et ω′ les tangentes à la courbe menées aux points où elle touche Ω et si l'on se donne la semi-droite D, son cycle polaire sera entièrement déterminé, puisqu'il touche Ω_k au point de contact de ce cycle avec la conjuguée harmonique de D relativement aux semi-droites ω et ω′.

» On peut ainsi déterminer aisément le cycle polaire d'une semi-droite

donnée. Réciproquement, un cycle étant donné, il est facile de reconnaître si c'est un cycle polaire et, dans ce cas, de construire la semi-droite correspondante.

» Que l'on mène à ce cycle les tangentes parallèles aux semi-droites fondamentales, le cycle, d'après une proposition énoncée plus haut, sera un cycle polaire si le point de rencontre de ces tangentes est sur la conique H, lieu des cycles polaires qui se réduisent à des points.

» Autrement, que l'on mène les deux cycles D_ω et D_θ qui touchent K et les semi-droites fondamentales; si la longueur comprise sur A entre les points de contact de ces cycles est égale à $2p$, le cycle est un cycle polaire. Les symétriques de D_ω et D_θ pris respectivement par rapport à Ω et Θ se confondent alors en un même cycle; et, D' désignant la tangente commune à D_ω et Ω en leur point de contact, la conjuguée harmonique de D' relativement à ω et ω' a précisément K pour cycle polaire.

» Il résulte de ce qui précède que, si deux cycles D_ω et D_θ inscrits dans les deux semi-droites fondamentales sont tels que la distance entre leurs points de contact avec A soit égale à $2p$, tout cycle tangent à D_ω et D_θ est un cycle polaire. Les deux points de rencontre de ces cycles sont donc des cycles polaires qui se réduisent à des points, et sont par suite situés sur la conique H.

» Les propriétés précédentes conduisent à un assez grand nombre de propriétés des coniques, parmi lesquelles j'énoncerai seulement la suivante:

» Étant donnée une conique, attribuons un sens quelconque à ses deux asymptotes A et A'. Par un point M quelconque de la conique, menons deux parallèles Q et Q' aux semi-droites A et A'; par un autre point N pris arbitrairement sur la conique, menons les deux cycles R et R' qui sont tangents à A et A'. Cela posé, les deux semi-droites Q et Q' et les cycles R et R' sont tangents à un même cycle K; l'axe radical de R et de R' est la droite qui joint les points de contact de K avec les semi-droites Q et Q'; la tangente à la conique au point M et les tangentes menées à K aux points où ce cycle touche R et R' concourent en un même point.

» 13. Soient D une semi-droite quelconque du plan et K son cycle polaire; menons à ce cycle la tangente D' qui set parallèle à D. La semi-droite, menée parallèlement à D et D' et qui en est également distante, est la tangente à l'hypocycle qui est parallèle à D. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions uniformes doublement périodiques à points singuliers essentiels.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« I. Soit un parallélogramme élémentaire formé avec les périodes ω, ω' et, dans l'intérieur de ce parallélogramme, un cercle C dont le centre a pour affixe a; appelons espace E la portion du plan comprise à l'intérieur du parallélogramme et à l'extérieur du cercle C. Soit, en outre, $f(x)$ une fonction restant holomorphe dans tout l'espace E et admettant les deux périodes ω, ω', c'est-à-dire reprenant les mêmes valeurs aux points homologues des côtés opposés du parallélogramme. Désignons par $Z(u)$ la fonction $\frac{d\log\theta_1(u)}{du}$, par x un point fixe pris dans l'espace E, et par C' une circonférence de centre a extérieure au cercle C, mais aussi rapprochée qu'on le veut de ce cercle, de telle façon que le point x soit à l'extérieur du cercle C'. L'intégrale

$$(1) \qquad \int f(u)Z(u-x)\,du,$$

prise sur le contour du parallélogramme élémentaire, est égale, comme il est connu, à une constante A_0 indépendante de x; d'autre part, l'intégrale (1) se réduit à la somme de deux intégrales, l'une prise sur un petit cercle entourant le point x et égale à $2\pi i f(x)$, l'autre prise le long de la circonférence C'. On a donc l'équation

$$(2) \qquad f(x) = \frac{A_0}{2\pi i} - \frac{1}{2\pi i}\int_{C'} f(u)Z(u-x)\,du,$$

l'indice C' indiquant que l'intégrale est prise le long de la circonférence C'. La fonction $Z(u-x)$ est une fonction de u holomorphe à l'intérieur du cercle dont le centre est a, et dont le rayon est égal au module de $x-a$. Cette fonction est donc, dans l'intérieur de ce cercle, développable en une série convergente ordonnée suivant les puissances de $(u-a)$:

$$Z(u-x) = Z(a-x) + \frac{(u-a)}{1}Z'(a-x) + \ldots + \frac{(u-a)^n}{1.2\ldots n}Z^{(n)}(a-x) + \ldots.$$

» Portant ce développement dans l'équation (2), on a

$$(3)\quad \begin{cases} f(x) = \dfrac{A_0}{2\pi i} + \displaystyle\sum_{n=1}^{n=\infty} A_n Z^{(n)}(a-x), \\ 2\pi i A_n = -\dfrac{1}{1.2\ldots n}\displaystyle\int_{C'} (u-a)^n f(u)\,du, \quad Z^n(u) = \dfrac{d^n Z(u)}{du^n}. \end{cases}$$

Le coefficient de $Z(a-x)$ est nul; car ce coefficient est, à un facteur numérique près, égal à l'intégrale $\int f(u)du$ prise sur le contour du parallélogramme élémentaire.

» 2. Soit $f(x)$ une fonction uniforme doublement périodique n'ayant dans un parallélogramme élémentaire qu'un point singulier essentiel a et n'ayant pas de pôles. On peut alors, dans ce qui précède, supposer le rayon du cercle C de centre a aussi petit qu'on le veut, et, par suite, la fonction $f(x)$ est représentée par la formule (3) pour toute valeur de x. On verra de même qu'une fonction uniforme doublement périodique ayant dans le parallélogramme des périodes n points singuliers a_1, a_2, ..., a_n, pôles ou points singuliers essentiels, peut être mise sous la forme

$$C + \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} A_\nu^{(k)} Z^{(\nu)}(x-a_k), \qquad \sum_{k=1}^{k=n} A_0^{(k)} = 0.$$

» 3. Le théorème de M. Mittag-Leffler peut être généralisé de la façon suivante. Soient $a_1, a_2, \ldots, a_\nu, \ldots$ des points tous différents situés dans un parallélogramme des périodes et tels que, pour $\nu = \infty$, $\lim a_\nu = a$; soient, en outre, $f_1(x, a_1), f_2(x, a_2), \ldots, f_\nu(x, a_\nu), \ldots$ des fonctions méromorphes doublement périodiques ayant respectivement pour pôles les seuls points a_ν et a; il existe une fonction uniforme doublement périodique $F(x)$ admettant le point a pour point singulier essentiel et les points a_ν pour pôles, de telle façon que la différence $F(x) - f_\nu(x, a_\nu)$ soit régulière au point a_ν.

» La fonction $f_\nu(x, a_\nu)$ est de la forme

$$f_\nu(x, a_\nu) = \sum_{k=0}^{k=n_\nu} A_k^{(\nu)} Z^{(k)}(x-a_\nu) + \sum_{k=0}^{k=n'_\nu} B_k^{(\nu)} Z^{(k)}(x-a),$$

la somme $A_0^{(\nu)} + B_0^{(\nu)}$ étant nulle. La démonstration du théorème repose sur ce fait que, pour toutes les valeurs de x, telles que $\operatorname{mod}\dfrac{a_\nu - a}{x-a} < \varepsilon$, $(\varepsilon < 1)$,

la fonction $f_\nu(x, a_\nu)$ est développable en série suivant les puissances croissantes de $(a_\nu - a)$:

$$f_\nu(x, a_\nu) = \sum_{m=0}^{m=\infty} \frac{(a_\nu - a)^m}{1.2\ldots m} \left[\frac{d^m f_\nu(x, a_\nu)}{da_\nu^m}\right]_{a_\nu = a}.$$

On en conclut que l'on peut prendre dans le développement précédent un nombre m_ν de termes assez grand pour que, en posant

$$F_\nu(x) = f_\nu(x, a_\nu) - \sum_{m=0}^{m=m_\nu} \frac{(a_\nu - a)^m}{1.2\ldots m} \left[\frac{d^m f_\nu(x, a_\nu)}{da_\nu^m}\right]_{a_\nu = a},$$

la série $F(x) = \Sigma F_\nu(x)$ soit absolument convergente dans le voisinage de tout point x_0 distinct des points a_ν.

» 4. On déduit du théorème précédent la formation d'une fonction uniforme doublement périodique $\Phi(x)$ s'annulant aux points $a_1, a_2, \ldots, a_\nu, \ldots$, n'ayant pas de pôles et admettant le point a pour point singulier essentiel. Si l'on pose

$$p_\nu(x, a_\nu) = \frac{\theta_1(x - a_\nu)}{\theta_1(x - a)} e^{(a_\nu - a)\,Z(x-a)},$$

la fonction $\Phi(x)$ sera de la forme

$$\Phi(x) = A \prod_{\nu=1}^{\nu=\infty} p_\nu(x, a_\nu)\, e^{\sum_{m=1}^{m=m_\nu} \frac{(a - a_\nu)^{m+1}}{1.2\ldots(m+1)} Z^m(x-a)},$$

les entiers m_ν étant convenablement choisis. Pour le démontrer, il suffit d'appliquer le théorème (3) à la fonction $\frac{\Phi'(x)}{\Phi(x)}$, en prenant

$$f_\nu(x, a_\nu) = \frac{d \log p_\nu(x, a_\nu)}{dx}.$$

» On obtient facilement des théorèmes analogues aux précédents pour les fonctions doublement périodiques de seconde espèce. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable*. Note de M. G. **Mittag-Leffler**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Dans ma Lettre du 30 janvier, dont vous avez publié un extrait dans es *Comptes rendus* (13 février), je vous disais que le théorème que j'y ex-

posais était le fondement d'une théorie très générale. C'est ce que j'ai indiqué d'une manière succincte dans une Note qui a été insérée dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Stockholm* du 12 décembre 1877. J'ai développé plus en détail une partie de cette théorie dans un Mémoire paru dans les mêmes Comptes rendus pour le 8 février dernier. Je me permettrai de vous en donner un extrait.

» L'ensemble des valeurs singulières distinctes d'une fonction uniforme et monogène $F(x)$ forme un nombre de valeurs que j'indiquerai par P. Soit Q un nombre de valeurs appartenant à P. J'appellerai *valeur limite* à Q une valeur telle qu'il y ait dans chaque voisinage de cette valeur d'autres valeurs qui appartiennent à Q. Il a été démontré par M. Weierstrass que chaque nombre infini de valeurs Q a nécessairement au moins une valeur limite. Soit P un nombre infini de valeurs. J'appellerai alors P' l'ensemble des valeurs limites à P. Il peut arriver que P' soit aussi un nombre infini de valeurs. J'indique alors par P'' l'ensemble des valeurs limites à P'. J'indique de la même manière par $P^{(r)}$ l'ensemble des valeurs limites à $P^{(r-1)}$. S'il arrive que $P^{(r)}$ ne soit qu'un nombre fini de valeurs, je mets $P^{(r+1)} = 0$. En procédant dans la suite $P P' P'' \ldots P^{(r-1)} \ldots P^{(r)}$, vous trouvez que chaque nombre de valeurs précédent embrasse tous les nombres de valeurs suivants et que vous perdez à chaque pas un nombre de valeurs. J'indiquerai ces pertes par $P - P'$, $P' - P''$, ... Il peut arriver maintenant qu'il y ait dans la suite $PP' \ldots, P^{(r)} \ldots$ un premier nombre de valeurs telles que $P^{(n+1)} = 0$. Dans ce cas, P est appelé un nombre de valeurs du premier genre et de la $n^{\text{ième}}$ espèce. Mais il peut arriver aussi que la suite aille à l'infini sans que l'on arrive jamais à un nombre de valeurs qui égale zéro. Dans ce cas P est un nombre de valeurs du second genre. Cette classification est la même que M. Cantor a employée dans ses belles recherches sur un nombre de valeurs réelles et situées entre des limites finies.

» J'énoncerai d'abord un théorème qui embrasse les fonctions uniformes et monogènes dont les singularités présentent un nombre de valeurs du premier genre. Je suppose donnés :

» 1° Un nombre de valeurs distinctes, P, du premier genre et de la $n^{\text{ième}}$ espèce dont $P^{(n)}$ est l'ensemble des valeurs $a_1 a_2 \ldots a_m$. Les autres valeurs de P peuvent toujours être partagées en groupes de la manière suivante :

» Le nombre de valeurs $P^{(n)} - P^{(n-1)}$ est $a_{\mu\nu}$; $\mu = 1, 2, \ldots$; $\nu = 1, 2, \ldots m$, où $a_{\mu\nu}$; $\mu = 1, 2, \ldots$ a la seule valeur limite a_ν. Le nombre de valeurs $P^{(n-2)} - P^{(n-1)}$ est $a_{\lambda\mu\nu}$; $\lambda = 1, 2, \ldots$; $\mu = 1, 2, \ldots$; $\nu = 1, 2, \ldots m$; où $a_{\lambda\mu\nu}$;

$\lambda = 1, 2, \ldots$ a la seule valeur limite $a_{\mu\nu}$; ainsi de suite. Le nombre de valeurs $P' - P''$ est $a_{\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}$; $\beta = 1, 2, \ldots$; $\gamma = 1, 2, \ldots$; $\ldots$; $\lambda = 1, 2, \ldots$; $\mu = 1, 2, \ldots$; $\nu = 1, 2, \ldots m$, où $\alpha_{\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}$; $\beta = 1, 2, \ldots$ a la seule valeur limite $a_{\gamma\ldots\lambda\mu\nu}$ et le nombre de valeurs $P - P'$ est $a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}$; $\alpha = 1, 2, \ldots$; $\beta = 1, 2, \ldots$; $\gamma = 1, 2, \ldots$; $\ldots$; $\lambda = 1, 2, \ldots$; $\mu = 1, 2, \ldots$; $\nu = 1, 2, \ldots m$, où $a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}$; $\alpha = 1, 2, \ldots$ a la seule valeur limite $a_{\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}$.

» 2° Une suite de fonctions entières, algébriques ou transcendantes, s'annulant toutes pour $(y = 0)$.

$$G_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}(y) = c_{-1}^{(\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu)}.y + c_{-2}^{(\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu)}.y^2 + c_{-3}^{(\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu)}.y^3 + \ldots,$$
$$\alpha = 1, 2, \ldots; \quad \beta = 1, 2, \ldots; \quad \gamma = 1, 2, \ldots;$$
$$\lambda = 1, 2, \ldots; \quad \mu = 1, 2, \ldots; \quad \nu = 1, 2, \ldots, m.$$

» Il est alors toujours possible de former une fonction analytique

$$F(x;\ a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu};\ \alpha = 1, 2, \ldots;\ \beta = 1, 2, \ldots;$$
$$\gamma = 1, 2, \ldots;\ \ldots;\ \lambda = 1, 2, \ldots;\ \mu = 1, 2, \ldots;\ \nu = 1, 2, \ldots, m)$$

n'ayant d'autres points singuliers que le nombre de valeurs P, et telle que pour chaque valeur déterminée de $(\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu)$ la différence

$$F(x) - G_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}\left(\frac{1}{x - a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}}\right)$$

ait, en supposant $x = a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}$, une valeur finie et déterminée, de telle sorte que, dans le voisinage de $x = a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}$, $F(x)$ puisse s'exprimer sous la forme

$$G_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}\left(\frac{1}{x - a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}}\right) + \mathfrak{P}_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}(x - a_{\alpha\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu}).$$

» Toutes les fonctions $\overline{F}(x)$ ayant ce caractère s'obtiennent par la formule

$$\overline{F}(x) = F(x) + \overline{F}(x;\ a_{\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu};\ \beta = 1, 2, \ldots;\ \gamma = 1, 2, \ldots;\ \ldots;$$
$$\lambda = 1, 2, \ldots;\ \mu = 1, 2, \ldots;\ \nu = 1, 2, \ldots, m)$$

où

$$\overline{F}(x;\ a_{\beta\gamma\ldots\lambda\mu\nu};\ \beta = 1, 2, \ldots;\ \gamma = 1, 2, \ldots;\ \ldots;$$
$$\lambda = 1, 2, \ldots;\ \mu = 1, 2, \ldots;\ \nu = 1, 2, \ldots, m)$$

est une fonction arbitraire qui est uniforme et monogène et dont l'ensemble des points singuliers est le nombre des valeurs P'.

» Ce théorème n'est nullement le plus général dans son genre. Il y en a

d'autres qui embrassent toute une classe de fonctions du second genre. Pour pouvoir énoncer ceux-ci, je suis d'abord forcé de rendre compte de la classification qu'a introduite M. Cantor pour un nombre de points réels et situés entre des limites finies et qui appartient à la seconde classe. Il y a aussi d'autres théorèmes qui font une généralisation de la même étendue du théorème de M. Weierstrass et des théorèmes II, III et IV de ma Lettre du 29 juin 1879. Il en est de même d'autres qui font la généralisation des résultats que j'ai dernièrement communiqués dans les *Comptes rendus.* »

GÉOMÉTRIE SUPÉRIEURE. — *Relation générale entre sept points quelconques d'une section conique. Conique d'homologie. Propriétés communes à trois figures homographiques;* par M. G. TARRY.

« THÉORÈME GÉNÉRAL. — *Étant donnés deux triangles* ABC *et* A′B′C′ *inscrits dans une conique, si par un point* P *de cette conique on mène une droite quelconque la coupant en un second point* H, *et que sur cette droite* PH *on prenne un autre point quelconque* D, *les deux coniques* HDABC *et* HDA′B′C′, *qui passent par les deux points* H *et* D, *se coupent en deux autres points, situés sur une droite fixe.*

» *Cette droite fixe est la polaire du point* P *par rapport à la conique qui a pour triangles conjugués les deux triangles* ABC *et* A′B′C′.

» *Corollaire I.* — Si trois points sont situés sur une conique circonscrite à un triangle conjugué par rapport à une autre conique, le centre d'homologie du triangle de ces trois points et de son triangle polaire par rapport à la seconde conique est situé sur la première.

» *Corollaire II.* — Si un triangle est inscrit dans une conique et circonscrit à une autre, dans tous les triangles jouissant de la même propriété, les sommets sont les pôles des côtés opposés par rapport à une conique fixe, passant par les points d'intersection des deux coniques.

APPLICATIONS. — *Propriétés de trois figures homographiques qui ont une conique d'homologie.*

» *Définition.* — On sait que, dans deux figures homographiques placées d'une manière quelconque dans un plan, il existe en général trois points doubles. Trois figures homographiques comprenant trois couples de deux de ces figures, il existe en général dans ce système trois groupes de trois points doubles correspondant à ces couples. Lorsque ces neuf points doubles sont situés sur une conique, je l'appelle *conique d'homologie*, et l'on a les théorèmes suivants :

» Théorème I. — *Dans trois figures homographiques ayant une conique d'homologie, le triangle qui a pour sommets les points doubles d'un couple de figures homographiques a pour triangle polaire, par rapport à la conique conjuguée aux deux groupes de trois points doubles des autres couples, le triangle dont les sommets sont les points homologues de ces points doubles dans la troisième figure.*

» Théorème II. — *Dans trois figures homographiques ayant une conique d'homologie, les trois triangles des trois groupes de points doubles sont homologiques à leurs triangles polaires correspondants, et les trois centres d'homologie sont les trois points homologues des trois figures homographiques qui ont la propriété d'être situés sur la conique d'homologie.*

» Théorème III. — *Trois figures homographiques ont une conique d'homologie lorsque huit de leurs points doubles sont situés sur une conique, et si l'on donne neuf points quelconques d'une conique pour les points doubles de trois figures homographiques, ces trois figures sont complètement déterminées.*

» Théorème IV. — *Dans trois figures homographiques ayant une conique d'homologie, tous les triangles dont les sommets sont trois points homologues sont homologiques à un triangle fixe, et le lieu géométrique des centres d'homologie est la conique d'homologie.*

» *Ce triangle fixe a pour sommets les trois points homologues situés sur la conique d'homologie.*

Cas particulier. — *Propriétés de trois figures homographiques qui ont deux points triples.*

» *Définition.* — J'appelle *point triple* tout point qui, appartenant à l'une des trois figures homographiques, se confond avec ses homologues dans les deux autres.

» *Remarque.* — Si trois figures homographiques ont deux points triples, les neuf points doubles se réduisent à cinq et la conique passant par ces cinq points est la conique d'homologie.

» Il résulte de là que, dans trois figures homographiques qui ont deux points triples, tous les triangles dont les sommets sont des points homologues jouissent de la propriété énoncée au théorème IV.

» Théorème I. — *Dans trois figures homographiques ayant deux points triples, tous les triangles dont les côtés sont trois droites homologues sont homologiques à un triangle fixe, et le lieu géométrique des centres d'homologie est la conique d'homologie.*

» *Ce triangle fixe a pour sommets les trois points doubles.*

» Théorème II. — *Dans trois figures homographiques ayant deux points*

triples, toutes les droites autres que celle qui joint les points triples, sur lesquelles sont situés trois points homologues, passent par un point fixe.

» *Ce point fixe est le centre d'homologie des deux triangles fixes : le triangle des trois points doubles, et le triangle des trois points homologues situés sur la conique d'homologie.*

» *Observations.* — Tous ces théorèmes peuvent être doublés en vertu du principe de dualité, et les derniers s'appliquent au cas de trois figures semblables, qui peuvent être considérées comme trois figures homographiques ayant pour points triples les deux points cycliques.

» La conique d'homologie devient alors la circonférence passant par les trois points doubles réels ou les centres de similitude.

» *Note.* — Dans le cas tout à fait particulier où trois côtés homologues des trois figures semblables peuvent être placés bout à bout de manière à former les côtés d'un triangle, la circonférence d'homologie ou de similitude jouit de propriétés métriques remarquables, qui ont fait l'objet d'un Mémoire lu par M. H. Brocard, capitaine du génie, au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, tenu à Alger en 1881. »

PHYSIQUE. — *Étude des appareils solaires.* Note de M. **A. Crova**, présentée par M. Berthelot.

« On désigne sous le nom d'*appareils solaires* des dispositifs destinés à recueillir l'énergie radiante du Soleil et à la convertir en chaleur thermométrique, utilisable soit directement, soit en la transformant avec relation d'équivalence en l'une quelconque des formes de l'énergie, telles que le travail mécanique, électrique ou chimique.

» Les plus connus de ces appareils sont les réflecteurs qui ont été l'objet, dans ces derniers temps, des études persévérantes de M. Mouchot [1], et dont la construction a reçu de M. A. Pifre [2] des perfectionnements importants. Les opinions les plus diverses ont été émises au sujet de l'utilité pratique de ces appareils : les uns n'y voient qu'une expérience intéressante, mais sans valeur pratique; d'autres les considèrent comme appelés à un grand avenir, et destinés à produire industriellement, dans bien des cas, l'énergie que nous empruntons d'habitude à la combustion du charbon.

---

(1) Mouchot, *la Chaleur solaire et ses applications industrielles.* Gauthier-Villars, Paris 1879.

(2) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 368.

» Pour connaître la valeur pratique de ces appareils, M. le Ministre des Travaux publics a chargé deux Commissions, l'une à Constantine, l'autre à Montpellier, de faire des études sur deux miroirs identiques de 5^{mq},22 de section normale aux rayons solaires, et d'évaluer leur rendement pratique.

» La Commission de Montpellier est composée de MM. Duponchel, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, président; Fulcrand, colonel du Génie; Guibal, ingénieur des Ponts et Chaussées, et de moi. Je résume succinctement dans cette Note les principaux résultats des travaux de notre Commission.

» Les expériences ont été faites au polygone du Génie, sur une élévation parfaitement exposée dans tous les sens; elles ont duré du 1er janvier au 31 décembre 1881, et ont été faites d'heure en heure, tous les jours pendant lesquels le soleil a brillé et les observations ont été possibles.

» Les rayons solaires, concentrés dans la ligne focale du miroir, étaient reçus sur une chaudière noircie qui en occupait l'axe, et qui était entourée d'un manchon de verre. L'eau entrait en ébullition, et sa vapeur se condensait dans un serpentin refroidi par un courant d'eau. Les formules de Regnault permettaient de déduire, du poids de l'eau distillée par heure, le nombre de calories utilisées par l'appareil.

» Des observations actinométriques, faites d'heure en heure, on déduisait le nombre de calories incidentes pendant chaque heure, en prenant la moyenne de l'actinomètre au commencement et à la fin de chaque heure.

» On mesurait en même temps la température de l'air, son état hygrométrique, et la chaleur du Soleil, qui permettait de calculer l'épaisseur atmosphérique traversée, au moyen de la formule de Laplace.

» Le nombre des calories utilisées et celui des calories incidentes étaient exprimés en grandes calories (kilogramme-degré), reçues en une heure sur 1^{mq} de surface normale aux rayons solaires; leur quotient donnait le rendement économique de l'appareil.

» Voici les principaux résultats obtenus pendant cent soixante-seize journées, qui ont donné lieu à neuf cent trente observations, durant lesquelles on a distillé 2725^{lit} d'eau :

Moyenne générale des valeurs mesurées pendant l'année 1881, et rapportées à 1^{mq} et à 1^{h} :

		Maximum.	
	Cal	Cal	
Chaleur reçue directement............	616,1	945,0	(25 avril)
Chaleur utilisée par l'appareil..........	258,8	547,5	(15 juin)
Moyenne des rendements........... ..	0,491	0,854	(14 juin)

» Le rendement n'est pas proportionnel à l'intensité calorifique des radiations solaires, et ne varie presque jamais dans le même sens. Les maxima de radiations ont lieu, en effet, à Montpellier, au printemps, époque à laquelle l'air est à son maximum de sécheresse et de transparence calorifique. La quantité absolue de chaleur utilisée dépend, au contraire, essentiellement de la température de l'air; plus celle-ci est élevée, c'est-à-dire plus la chute de température est faible, moins le refroidissement a d'influence, et plus la chaleur utilisée est considérable. Les rendements maxima correspondent généralement aux minima d'intensité des radiations; par les plus fortes intensités, les radiations obscures, non transmissibles par le verre, sont arrêtées par le manchon, et le rendement diminue, quoique la quantité de chaleur utilisée augmente. L'inverse a lieu lorsque les radiations incidentes sont très affaiblies par leur transmission au travers d'une atmosphère douée d'une faible transparence calorifique, qui arrête les radiations de grandes longueurs d'onde, et transmet celles qui ne subissent qu'une bien faible perte dans leur passage à travers le manchon qui enveloppe la chaudière.

» Dans les circonstances les plus favorables, c'est-à-dire en admettant que la radiation incidente soit de 1200^{Cal} par heure et par mètre carré, résultat qui n'a jamais été atteint, et que le rendement soit 0,8, on obtiendrait au plus 960^{Cal}; ce nombre représenterait à peu près la chaleur produite par 240^{gr} de charbon, en admettant que la moitié environ de la chaleur qu'il produit en brûlant soit utilisée à vaporiser l'eau. En réalité, dans nos climats, on n'arrive pas à la moitié de ce nombre.

» Dans nos climats tempérés, le soleil ne brille pas d'une manière assez continue pour que l'on puisse utiliser pratiquement ces appareils. Dans des climats très secs et chauds, la possibilité de leur utilisation dépend d'un certain nombre de circonstances que nous n'avons pas à discuter ici, telles que la difficulté plus ou moins grande de s'y procurer du combustible, le prix et la facilité de transport des appareils solaires.

» Le travail dont je résume très succinctement quelques-uns des résultats permettra d'obtenir des données précises, sur lesquelles on pourra se baser pour apprécier l'efficacité du récepteur solaire sur lequel nous avons expérimenté. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur due à l'aimantation.* Note de M. **Pilleux**.

« J'ai pu échauffer, jusqu'à plus de 200°, l'âme en fer d'un électro-aimant, en le faisant traverser par les courants alternatifs d'une machine de Méritens. J'ai remplacé l'âme en fer par des âmes en métaux non magnétiques, de conductibilités diverses : l'échauffement ne s'est plus produit.

» En opérant avec du fer à divers degrés de recuit, et même de l'acier, j'ai constaté que la force coercitive des noyaux augmente leur échauffement, quand ils subissent l'action de fréquentes aimantations et désaimantations.

» Ce serait donc bien à l'aimantation et non à des courants d'induction qu'il faudrait attribuer l'échauffement si considérable des électro-aimants dans certains cas : la force coercitive jouerait alors le même rôle que la résistance au passage de l'électricité, quand on échauffe un fil métallique par le courant d'une pile. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre d'absorption de l'acide pernitrique.* Note de M. **J. Chappuis**, présentée par M. Jamin.

« Dans toutes les expériences faites en vue d'étudier le spectre d'absorption de l'ozone, et dont j'ai indiqué dans une précédente Note les résultats principaux, les précautions prises pour éviter la présence de l'azote mélangé à l'oxygène que l'on soumet à l'action des effluves électriques ont été des plus grandes; c'est que, en effet, il importait d'éviter la production de composés oxygénés de l'azote qui pouvaient donner naissance à un spectre d'absorption spécial, dont les raies, mélangées à celles du spectre caractéristique de l'ozone, auraient été faussement attribuées à ce dernier gaz.

» Les résultats obtenus dans l'étude spectroscopique d'un mélange d'oxygène et d'azote, préalablement soumis à l'action de l'effluve, sont venus justifier l'emploi de toutes ces précautions, et démontrer en même temps, de la façon la plus nette, que le spectre d'absorption observé et décrit comme appartenant à l'ozone et caractérisant ce gaz n'est pas attribuable à un composé oxygéné de l'azote.

» L'introduction de quantités quelconques d'azote dans l'oxygène destiné à la préparation de l'ozone donne en effet naissance à un phénomène tout différent de celui observé avec l'oxygène pur; on produit en même

temps que l'ozone, dont la présence est encore rendue manifeste dans ces circonstances par sa couleur et par son spectre, un composé d'oxygène et d'azote qui présente un spectre tout spécial.

» L'observation de ce nouveau spectre nous a déterminés, M. Hautefeuille et moi, à faire une série d'expériences dont la conclusion nécessaire a été l'existence d'un composé acide anhydre d'oxygène et d'azote, plus oxygéné que l'acide azotique, et auquel nous avons donné le nom d'*acide pernitrique*.

» Les propriétés que nous avons trouvées à ce corps nous ont permis de préciser les conditions de sa formation ; j'ai pu alors préparer ce composé dans le but détudier et de décrire complètement son spectre d'absorption.

» Nous ne savons pas préparer l'acide pernitrique seul, en l'absence de l'ozone, et de ce fait résulte, dans le spectre observé, la superposition des bandes de l'ozone et des bandes du composé azoté. Heureusement l'intensité des bandes est plus grande pour l'acide pernitrique, et leur caractère est bien tranché. Des traces de ce corps suffisent pour qu'on aperçoive deux lignes entre D et A, dans une région où l'ozone ne présente pas de bandes ; de plus, ce sont des raies fines et noires, au lieu de ces bandes larges et grises et à contours peu nets qui caractérisent l'ozone.

» C'est grâce à ces différences essentielles que l'on peut de suite distinguer les deux spectres, malgré leur superposition.

» Les dimensions des tubes permettant l'observation du spectre de l'acide pernitrique peuvent être fortement réduites; quelques-unes des bandes sont en effet facilement visibles avec une épaisseur de gaz ne dépassant pas $0^{m},10$ et deviennent très noires et plus larges avec un tube de 1^{m} de long, reproduisant ainsi le phénomène signalé pour l'acide hypoazotique et que j'ai observé avec l'ozone.

» Je me suis servi, dans ces expériences, du même spectroscope que j'avais déjà employé à établir le tableau des bandes du spectre de l'ozone.

» La position des raies du spectre de l'acide pernitrique sur une carte graduée en longueurs d'onde serait la suivante (tube de 2^{m} de long):

Numéros.	λ		Largeur.
1........	668,0	665,0	3,0
2........	639,0	»	»
3........	632,0	628,0	4,0
4........	628,0	625,0	3,0
5........	617,0	»	»

Numéros.	λ		Largeur.
6........	606,0	»	»
7........	598,0	»	»
8........	588,5	590,0	1,5

» L'ordre d'apparition de ces raies est le suivant :

» Les raies 1 et 4 sont les plus nettes et les plus noires : ce sont les deux caractéristiques de l'acide pernitrique; elles se voient dans un tube de $0^m,10$ de longueur.

» La raie 3 est grise et ne semble pas se séparer de la 4; elle n'est visible que quand la colonne gazeuse a 1^m environ.

» Les bandes 6 et 7 sont superposées à la bande 2 de l'ozone; aussi leurs contours sont-ils mal définis; je n'ai noté que leur milieu; elles apparaissent en même temps que la bande 8, qui se superpose aux deux raies D. L'observation de ces bandes nécessite l'emploi d'un tube de $1^m,50$ de longueur.

» Les raies 2 et 5 sont extrêmement fines et ne se voient que dans les expériences faites avec un tube de 2^m au moins.

» La description du spectre d'absorption de l'acide pernitrique et l'étude comparative de ce spectre et de celui de l'ozone fournissent des éléments indispensables à connaître pour la recherche spectroscopique des composés gazeux et des réactions qui peuvent se produire dans les mélanges de gaz dont l'ozone et les composés oxygénés de l'azote font partie.

» L'observation spectroscopique permet, en particulier, de s'assurer de la pureté de l'ozone, de vérifier que ce gaz a été préparé avec de l'oxygène exempt d'azote, et d'éviter ainsi d'attribuer faussement à l'ozone des propriétés qui pourraient être dues à des composés oxygénés de l'azote. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'électrolyse de l'eau distillée.* Note de M. D. Tommasi.

« Plusieurs physiciens ont mis en doute la possibilité de décomposer l'eau chimiquement pure à l'aide d'un courant. D'après M. Bourgoin [1], l'eau ne serait pas un électrolyte : la substance qu'on y mêle pour la rendre conductrice serait seule décomposée.

» Les quelques expériences que j'ai faites à ce sujet m'ont prouvé le con-

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XV, p. 47, et t. XXVIII, p. 119.

traire, c'est-à-dire que l'eau peut s'électrolyser, même par le courant d'une pile très faible, pourvu que les calories dégagées par cette pile soient au moins égales aux calories absorbées par l'eau pour se décomposer en ses éléments, environ 69^{cal}.

» Voici ces expériences :

» 1° Dans un tube en U, rempli d'eau distillée, je plonge deux électrodes en platine, reliées avec 2 éléments Daniell. Les électrodes sont éloignées l'une de l'autre de $0^m,01$ environ. Aucun effet visible ne se produit, même au bout de quelque temps. Les calories dégagées par la pile sont cependant plus que suffisantes à opérer la décomposition de l'eau ; en effet, $98 > 69$. Si donc l'eau, dans ce cas, n'éprouve aucune décomposition, cela tient uniquement à la résistance qu'elle oppose au passage du courant, et non pas à l'insuffisance d'énergie produite par la pile.

» 2° Si, dans l'expérience précédente, on remplace l'électrode positive par un fil d'argent, voici ce que l'on observe. Après dix-huit heures, on ne remarque aucun changement appréciable dans le liquide ; cependant si, après avoir retiré le fil d'argent, on verse dans la branche où il plongeait une goutte d'acide chlorhydrique, on voit apparaître un trouble blanc très manifeste, ayant tous les caractères du chlorure d'argent. L'acide chlorhydrique n'a fait autre chose que précipiter la faible quantité d'oxyde d'argent qui se trouvait en dissolution dans l'eau distillée. Or, l'argent ne décompose pas l'eau à la température ordinaire ; pour produire l'oxydation, il a donc fallu que l'eau se décomposât, et, par suite, il a fallu que le courant traversât l'eau distillée. Les électrodes, dans cette expérience, étaient éloignées environ de $0^m,07$. On voit donc que, si l'électrode positive est en argent, on peut, à l'aide de deux petits éléments Daniell, arriver à vaincre la résistance d'une colonne d'eau distillée ayant $0^m,07$ de longueur.

» 3° Avec 3 éléments Daniell, l'effet est bien plus marqué. Après quinze minutes, on peut déjà constater, à l'aide de l'acide chlorhydrique, que l'argent commence à se dissoudre. Après dix-huit heures, on retrouve toute la partie courbe du tube recouverte d'une couche d'oxyde d'argent, en partie réduit par une action secondaire.

» 4° Si, dans l'expérience dont je viens de parler, on substitue à la pile Daniell 6 éléments Bunsen, la décomposition, comme on devait s'y attendre, a lieu avec beaucoup plus d'intensité. Après dix-huit heures, la quantité d'oxyde d'argent, en partie réduit, que l'on trouve au fond du tube, est relativement considérable.

» 5° L'or employé comme électrode positive ne s'oxyde pas en présence de l'eau distillée, même par l'action d'un courant de 8 éléments Bunsen.

» L'argent serait-il donc le seul métal qui eût la propriété de décomposer l'eau distillée sous l'action du courant voltaïque? Fort heureusement non, car on pourrait peut-être m'objecter que, si l'eau est décomposée quand l'argent sert d'électrode positive, cela pourrait tenir à ce que l'oxyde d'argent, pour qu'il fût soluble dans l'eau [1], serait toujours suffisant à rendre l'eau assez conductrice pour pouvoir s'électrolyser. Il est vrai de dire que cette objection ne serait pas très juste, car elle n'expliquerait pas pourquoi, au commencement de l'expérience, le courant pourrait passer, puisque, en ce moment, l'eau ne renferme aucune substance étrangère, et que ce n'est qu'au bout de quelque temps que l'argent entre en dissolution. Ce n'est donc pas l'oxydation de l'argent qui permet au courant de passer, mais c'est celui-ci qui, en décomposant l'eau, oxyde l'argent. Il est certain qu'une fois que l'eau renferme un peu d'oxyde d'argent, sa conductibilité augmente, et par suite l'électrolyse peut s'effectuer plus aisément; mais, je le répète, l'oxydation de l'argent n'est pas la cause déterminante de la décomposition de l'eau, mais seulement l'effet de cette décomposition même. Quoi qu'il en soit, voici une expérience qui montrera d'une manière certaine que la solubilité de l'oxyde d'argent ne joue qu'un rôle secondaire dans l'électrolyse de l'eau distillée.

» 6° Les oxydes ou les hydrates de cuivre sont complètement insolubles dans l'eau distillée, et dès lors ils ne peuvent augmenter en aucune façon la conductibilité de l'eau; or j'ai trouvé que le cuivre possède, comme l'argent, la propriété de décomposer l'eau distillée quand il est relié au pôle positif d'une pile. L'expérience se fait comme précédemment, c'est-à-dire que l'on plonge dans les branches d'un tube en U, rempli d'eau distillée, un fil de platine et un fil de cuivre, le premier relié au pôle négatif, et le second au pôle positif d'une pile composée de 3 éléments Daniell. La distance qui sépare les deux électrodes est de $0^m,04$ environ. Au bout de dix-huit heures, on trouve sur la partie inférieure du tube, sur une longueur de $0^m,02$ environ, une couche de cuivre réduit adhérente aux parois du tube. Une partie du cuivre s'est déposée sur le fil de platine. La décomposition de l'eau dans ce cas ne peut s'expliquer que dans la seule hypothèse que le cuivre employé comme électrode positive tendrait à diminuer la résistance

---

[1] L'oxyde d'argent se dissout dans 3000 fois son poids d'eau.

de l'eau, et par conséquent à la rendre plus apte à être électrolysée. Il en serait de même de l'argent employé comme électrode positive [1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'azote nitrique et nitreux à l'état d'ammoniaque.* Note de M. A. GUYARD.

« Le but que je me proposais, et que j'ai réussi à atteindre, était le dosage de l'azote sous toutes ses formes oxydées, à l'état d'ammoniaque, par les procédés et au moyen de l'appareil de MM. Peligot, Will et Varrentrapp, qui donnent, à l'aide de manipulations si simples, des résultats si satisfaisants.

» J'ai résolu ce problème, grâce au procédé suivant, qui, selon moi, est appelé à rendre d'importants services à la Chimie organique et agricole, et qui pourra être employé pour le dosage de l'azote nitrique dans les poudres, les fulminants, les explosibles, etc.

» Le mode de dosage proposé repose sur le fait que, en présence du gaz des marais et de la chaux sodée, au rouge, les oxydes nitriques, libres ou combinés aux alcalis, ou les oxydes nitriques des matières organiques, sont *totalement* transformés en ammoniaque.

» Les manipulations sont *identiques en tous points* à celles des procédés Peligot, Will et Varrentrapp; le mode opératoire que j'ai adopté est le suivant :

» On mélange intimement 5^{gr} d'acétate de soude *préalablement desséché* et 45^{gr} de chaux sodée. On introduit 10^{gr} à 15^{gr} du mélange au fond du tube à combustion (cette portion étant destinée à balayer les gaz ammoniacaux à l'aide d'un courant de gaz des marais). Aux 35^{gr} à 40^{gr} de chaux sodée acétique restants, on mélange $0^{gr},4$ à $0^{gr},5$ de la substance azotique; on introduit le mélange dans le tube, qu'on achève de remplir avec une colonne de chaux sodée granulée *ordinaire*, puis l'on opère identiquement comme pour un dosage d'azote ammoniacal.

» Ce procédé si simple est d'une rigoureuse exactitude : c'est le seul qui puisse donner, en une seule opération, l'azote total existant sous toutes ses formes, à l'état d'ammoniaque.

» Pour déterminer dans une substance l'azote sous ses trois principales formes, trois dosages sont nécessaires :

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Debray, à l'École Normale.

» 1° Dosage de l'azote ammoniacal par la chaux sodée et l'oxalate de chaux.

» 2° Dosage de l'azote total par la chaux sodée acétique.

» La différence donne l'azote nitrique total et l'azote ammoniacal.

» 3° Dosage de l'azote total sur un échantillon préalablement débarrassé d'acide nitreux, par évaporation au bain-marie avec excès d'acide acétique. La différence entre les dosages 1° et 3° donne ainsi l'azote de l'acide nitrique.

» Ce dernier procédé s'applique surtout à l'examen des eaux, des terres et des engrais.

» J'avais entrepris l'étude de l'action des nitrates et des nitrites sur des mélanges chauffés au rouge de chaux sodée et de protosulfate de fer *presque sec*, et de chaux sodée mélangée de chaux sodo-sulfurée (chaux éteinte dans du sulfure de sodium) : dans les deux cas, j'avais réussi à transformer en grande partie l'azote nitrique en ammoniaque et j'avais presque réussi à appliquer ces méthodes à l'analyse, quand je découvris la réaction si complète du gaz des marais et de la chaux sodée, qui me les fit immédiatement rejeter. »

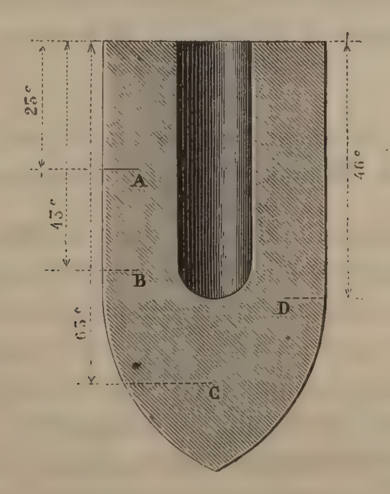
CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les effets de la compression sur la dureté de l'acier.* Note de M. LAN, présentée par M. Daubrée.

« Une Communication a été faite par M. Dumas, au nom de M. Clémandot, dans l'une des dernières séances de l'Académie, sur un procédé de trempe de l'acier par compression. Les faits signalés dans cette Communication sont d'accord avec ceux observés dans les forges de Saint-Jacques, à Montluçon (Allier), qui appliquent en grand, depuis cinq ou six mois, la compression de l'acier fondu, procédé employé déjà depuis plusieurs années en Angleterre, par M. Whitworth. Ce procédé soumet l'acier fondu, liquide, à l'action d'une presse hydraulique pouvant donner jusqu'à 1000^{kg}, 1200^{kg} ou 1500^{kg} de pression par centimètre carré, pression qu'on maintient jusque après solidification et refroidissement du lingot d'acier. On voit par là que ce procédé diffère de celui de M. Clémandot, par l'état initial de l'acier soumis à la compression, mais que, dans les deux cas, l'action finale s'exerce de la même façon. Aussi observe-t-on, à Montluçon, des résultats tout semblables à ceux de M. Clémandot : *une augmentation de dureté* de l'acier comprimé par rapport à l'acier non comprimé.

» Cette augmentation est d'autant plus sensible que l'acier est plus carburé, très facile à mesurer déjà dans les aciers à 0,50 pour 100 de carbone, mais mieux dans les aciers à 0,70 ou 0,80 pour 100, et à peine sensible, au contraire, dans les aciers tenant moins de 0,50 pour 100 de carbone. Les fabrications de l'usine de Saint-Jacques ne réclamant pas d'aciers de plus hautes carburations, ces expériences n'ont point porté sur des aciers de cette sorte, que peut-être M. Clémandot a eus plus spécialement en vue, et sur lesquels, visant un nouveau procédé de trempe, il a pu obtenir les remarquables effets qu'il a indiqués en comprimant de l'acier solide, au rouge-cerise.

» Mais ce n'est point seulement pour confirmer les résultats annoncés par M. Clémandot que je signale les faits constatés aux forges de Saint-Jacques; on y a fait de nombreux dosages de carbone sur les mêmes aciers *comprimés* et *non comprimés* : or la proportion de *carbone combiné*, par rapport à la teneur totale de ce corps, a toujours été plus forte dans les aciers comprimés que dans les aciers non comprimés.

» Les aciers expérimentés étaient moulés en obus de marine de la forme représentée par la coupe ci-jointe :



» Des obus étaient, sur une même poche d'acier, coulés, les uns *sous pression*, les autres *sans compression;* on faisait, sur l'une et l'autre série, des prises d'essai en quatre points respectivement placés à $0^m,23$, $0^m,43$, $0^m,63$ et $0^m,46$ du culot; puis on dosait dans chaque prise *le carbone combiné* par le procédé *Eggertz* et *le carbone total* par le procédé *Boussingault*.

» Les résultats comparatifs de ces dosages ont été si constants, qu'il suffit de rapporter l'un des tableaux comparatifs ainsi obtenus :

	Obus comprimé.		Obus non comprimé.	
Carbone total (pour 100)......	0,70		0,70	
Carbone combiné en A.......	0,60	moyenne : 0,585	0,49	moyenne : 0,490
» B........	0,59		0,50	
» C........	0,55		0,47	
» D........	0,60		0,50	
Carbone libre ou amorphe ou graphitoïde, par différence......	0,115		0,21	

» Ainsi, dans *l'acier comprimé*, c'est-à-dire *durci* ou *trempé* comme il a été constaté ci-dessus, il y a augmentation du carbone combiné et diminution du carbone libre, la teneur totale de carbone restant la même.

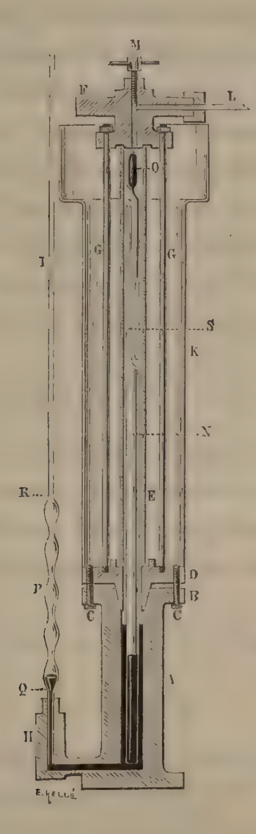
» Or, on sait que l'on obtient des résultats tout semblables à la fois comme *durcissement* ou *trempe* et comme *teneurs relatives* de carbone combiné et de carbone libre, lorsque, prenant certaines fontes ou des aciers très carburés, on les coule en moules métalliques (coquilles) qui les refroidissent rapidement. *La compression produit donc les mêmes effets physiques et chimiques que le refroidissement brusque* sur les fontes et les aciers. »

CHIMIE. — *Sur la composition de l'acide carbonique hydraté.* Note de M. S. **Wroblewski**, présentée par M. Debray.

« Pour étudier la solubilité des gaz dans les liquides sous de hautes pressions, j'ai fait construire, chez M. Ducretet, un appareil dans lequel le gaz peut être refroidi à zéro et soumis à la pression de 60^{atm} dans des tubes de diamètre intérieur de 10^{mm} à 12^{mm}. C'est dans cet appareil que j'ai obtenu l'hydrate d'acide carbonique. La description détaillée ne pouvant être comprise dans cette Note, je ne veux qu'indiquer ici, en quelques mots, la disposition que je lui ai donnée pour déterminer la composition de cet hydrate.

» L'appareil représenté par la figure ci-contre se compose de deux parties distinctes qui peuvent être séparées. La partie inférieure consiste en une cuvette à mercure A, en fonte, terminée en haut par une bride B alésée coniquement, et en bas par une tubulure H, dans laquelle on adapte un manomètre à air I. La partie supérieure est terminée en bas par une autre bride D, rodée sur la partie correspondante de la cuvette à mercure, et

dans laquelle elle vient se fixer au moyen de six boulons de serrage C. Un cylindre très résistant en cristal E est fixé entre la bride D et la tubulure F au moyen de trois tiges de serrage G, G. Deux rondelles en cuir servent à faire le joint. M est un robinet à vis servant à interrompre la communication entre l'intérieur de l'appareil et le tube L, qui conduit à une pompe Cailletet. Un récipient K en verre, contenant le mélange réfrigérant, enveloppe le cylindre E. Un récipient pareil enveloppe le manomètre. En introduisant l'eau dans l'appareil par le tube L, on peut exercer la pres-



sion par le mercure sur le gaz et sur le liquide contenus dans le tube eudiométrique N. O est un thermomètre, construit, d'après mes indications, par M. Alvergniat. Son réservoir a une double enveloppe, pour éviter toute influence sensible sur ses indications par les pressions. Il marque la température du milieu ambiant au bout de cinq minutes, et il permet d'apprécier encore $\frac{1}{70}$ de degré. Le manomètre présente cette particularité qu'il a cinq renflements ovoïdes P à sa partie inférieure. Le volume de cette partie est tel, que le manomètre, en permettant de mesurer les pressions

seulement à partir de 13^{atm}, fonctionnait comme un tube de 8^{m},383 de longueur. Grâce à cette sensibilité, j'ai pu apprécier, sous la pression de 16^{atm}, encore 2^{mm} de pression, et comme j'ai pris pour mes expériences 20^{cc} à 24^{cc} du gaz, une quantité de 0^{cc},003 à 0^{cc},004 a été encore appréciable.

» Pour faire une analyse, on introduit, à l'aide d'un arrangement particulier, dans la partie supérieure du tube N, une goutte d'eau d'une masse connue. On remplit le tube avec l'acide carbonique, et l'on met le tube dans l'appareil. L'appareil refroidi à 0°, on comprime le gaz jusqu'à une division S du tube, où son volume V est tel, que le gaz pris sous ce volume à zéro exerce une pression d'environ 16^{atm}. Quand tout est à l'état stationnaire, on détermine exactement, à l'aide du manomètre, cette pression P. Après quoi, en comprimant le gaz jusqu'à 30^{atm} et en le détendant, on convertit toute la masse d'eau en hydrate, et l'on réduit de nouveau le gaz au même volume V. Puisque une quantité de gaz Q est entrée en combinaison avec l'eau, la pression P' que le gaz exerce à présent sera plus faible, et cette quantité Q est donnée par l'équation suivante,

$$Q = V(PK - P'K')$$

où K et K' sont des fonctions de la pression et de la température.

» Si l'acide carbonique se comportait comme un gaz parfait, la valeur de K et K' serait égale à l'unité, et l'équation se réduirait à $Q = V(P - P')$, c'est-à-dire à l'équation dont on se sert en mesurant les gaz sous la pression ordinaire.

» Voici comment j'ai calculé cette fonction. Pour un gaz parfait, on a

$$pv = RT, \qquad \text{(I)}$$

où R est une constante, T la température absolue, p la pression et v le volume. Adoptons pour unité de pression la pression atmosphérique, et pour unité de volume le volume du gaz sous la pression atmosphérique et à zéro. Dans ce cas, on a pour l'acide carbonique la formule suivante, qui a été déduite par M. Clausius des expériences de M. Andrews,

$$p = \frac{R'T}{v - \alpha} - \frac{c}{T(v + \beta)^2}, \qquad \text{(II)}$$

où p, v et T ont la même signification, et R', c, α et β sont des constantes. On obtient K pour la pression P, en divisant le volume correspondant à cette pression, d'après l'équation (I), par le volume correspondant à la

même pression d'après l'équation (II). K à zéro, par exemple, pour $P = 16^{atm}$, est égal à 1,125; pour 15^{atm}, à 1,1144. La formule de M. Clausius suppose qu'on mesure la pression avec un manomètre à air, en admettant que la loi de Mariotte est strictement exacte pour l'air. A cause de cela, il ne fallait pas faire de corrections à mon manomètre.

» Dans une Note prochaine, je montrerai la relation qui existe entre les lois de solubilité de l'acide carbonique dans l'eau sous de hautes pressions et la formation de l'hydrate.

» Cette explication montrera qu'il est indispensable de prendre pour les analyses des quantités d'eau très petites et que la condition essentielle du succès est d'étendre cette quantité d'eau sur une surface du tube aussi grande que possible. En formant et en dissociant l'hydrate par les changements de la pression, j'ai réussi, dans mes expériences, à étendre une goutte d'eau de $3^{mgr},5$ sur 13^{cq} à 14^{cq}.

» Le Tableau suivant contient le résultat de dix-neuf analyses :

VPK, quantité de gaz en centimètres cubes à 0° et 1^{atm}.	Quantité d'eau en milligrammes.	Q, quantité de gaz entrée en combinaison en centim. cubes à 0° et 1^{atm}.	Pression P' en atmosphères.	Nombre d'équivalents d'eau en combinaison pour $1^{éq}$ de CO^2.
19,9623	3,77	0,5833	15,618	7,992
20,1351	3,987	0,5701	15,734	8,648
20,1495	3,85	0,5406	15,762	8,807
20,0478	4,58	0,6408	15,623	8,817
24,2873	4,06	0,5953	15,741	8,438
24,4729	4,01	0,6456	15,821	7,685
24,0901	2,5	0,4285	15,725	7,215
23,7524	2,5	0,4128	15,526	7,489
23,5524	2,5	0,348	15,457	8,884
23,8001	2,45	0,3763	15,588	8,051
24,1196	2,5	0,4254	15,749	7,267
24,0621	2,5	0,365	15,731	8,47
24,2565	5,0	0,7609	15,616	8,126
24,0708	5,1	0,7948	15,499	7,935
24,0582	5,1	0,8662	15,450	7,281
24,0096	5,1	0,8249	15,453	7,646
23,9291	5,1	0,8165	15,404	7,724
24,1993	4,95	0,7746	15,593	7,902
24,4567	4,95	0,7813	15,731	7,835
			Moyenne.....	8,011

» Il résulte de cela que, à *la température de zéro et sous la pression d'en-*

viron 16^{atm}, l'acide carbonique hydraté se compose de 1^{éq} d'acide carbonique et de 8^{éq} d'eau. »

CHIMIE. — *Sur le bisulfhydrate et le cyanhydrate d'amm oniaque.* Note de M. Isambert, présentée par M. Debray.

« L'étude des résultats numériques des expériences que j'ai fait connaître sur les tensions de vapeur du bisulfhydrate d'ammoniaque en présence d'un excès de ses éléments, acide sulfhydrique ou gaz ammoniac [1], permet de résumer toutes ces données par une loi simple que l'expérience vérifie d'une manière satisfaisante. L'acide sulfhydrique et le gaz ammoniac exerçant la même pression dans le mélange, qu'ils soient libres ou combinés, les pressions de l'un des gaz sont en raison inverse des pressions de l'autre. Soient P la tension du bisulfhydrate dans le vide, h la pression du gaz introduit en excès et $2x$ la tension de vapeur du sulfhydrate en présence de l'excès h de gaz acide sulfhydrique ou ammoniac, le tout à une même température; on a $\frac{P^2}{4} = (h + x)x$.

» Cette loi apparaît facilement lorsqu'on représente par une courbe les tensions des deux gaz composants qui correspondent aux expériences faites à une même température, les tensions de l'un étant comptées sur l'axe des x, celles de l'autre sur l'axe des y; ces courbes offrent la forme d'hyperboles équilatérales ayant pour asymptotes les axes des coordonnées, ce qui conduit à la formule $xy = m^2$, et si aucun des gaz n'est en excès, $x = y = \frac{P}{2}$, $m^2 = \frac{P^2}{4}$. Cette formule a, du reste, été donnée par M. Horstmann comme devant s'appliquer à la volatilisation de corps formés de volumes égaux des gaz composants, comme le chlorhydrate d'ammoniaque. Quelques nombres pris dans le Tableau de mes expériences, de manière à représenter les observations aux diverses températures, suffiront pour montrer comment la loi se vérifie.

Températures.	I. Tensions de HS en excès.	Tensions de AzH^3 observ.	calc.	II. HS en excès.	AzH_3 observé.	calc.	III. AzH^3 en excès.	H^5 observé.	calc.	IV. AzH^3 en excès.	H^5 observé.	calc.	V. AzH^3 en excès.	H^5 observé.	calc.
o	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
10,1...	126,6	46,7	48,8	379,1	18,0	21,0	112,0	51,5	51,7	325,5	23,7	24,2	372,8	21,6	21,4
14,4...	119,7	76,2	77,8	375,8	36,1	37,0	105,7	82,2	81,1	322,6	44,8	41,5	370,5	37,8	37,4
16,1...	114,2	91,9	92,7	370,7	45,1	46,0	101,4	96,8	96,8	316,5	55,2	52,1	363,3	48,8	46,4
18,7...	107,3	118,8	120,3	360,2	63,9	64,5	94,5	125,2	124,3	306,2	75,4	72,3	352,6	67,7	65,5
21,8...	97,0	156,0	159,2	342,7	94,1	93,5	86,3	162,3	162,8	290,3	104,8	103,5	333,8	98,6	95,1
24.....	90,2	189,4	196,5	329,7	122,0	121,7	80,4	196,3	198,9	278,4	131,8	134,1	320,3	125,4	123,3

[1] *Comptes rendus*, avril 1881.

» L'accord entre l'expérience et le calcul est aussi complet que possible; les différences ne dépassent pas quelques millimètres, alors que les tensions du sulfhydrate dépassent 200mm.

» J'ai étudié également la vapeur de cyanhydrate d'ammoniaque, formée, comme la vapeur de bisulfhydrate d'ammoniaque, de 4vol d'acide cyanhydrique et 4vol de gaz ammoniac. Après de nombreux essais infructueux, j'ai réussi à préparer ce corps d'une manière commode, que je ferai connaître ailleurs.

» Je réunis dans un Tableau quelques-uns des nombres obtenus pour ce corps :

Température.	Tension de H Cy	Tension de AzH^3HCy.	Tension de AzH^3HCy avec H Cy en excès.	Tension de $AzH^3HCy+AzH^3$ en excès.	Tension de AzH^3.	Tension de H Cy observé.	Tension de H Cy calculé.
7°,4	365,7	176,7	365,7	365,2	327,7	18,7	21,3
9,2	408,5	196,0	410,0	369,8	317,0	26,4	27,8
9,3	»	200,0	»	379,0	329,0	25,0	28,0
9,4	419,3	202,0	423,1	373,4	323,2	25,1	26,9
10,2	426,6	214	428,2	378,4	316,0	31,2	32,8
11,0	»	227,4	»	393,3	323,0	35,1	35,8
11,2	438,8	234,0	»	395,6	320,6	37,5	58,2
11,4	443,2	235,4	443,2	394,4	314,0	40,2	38,8
12,0	458,5	246,2	»	397,8	309,2	44,3	42,9
14,3	»	265,5	»	413,2	308,8	52,2	49,1
14,4	479,9	266,3	»	412,2	307,2	52,5	49,8
15,7	521,0	296,9	»	425,8	294,8	65,4	61,8
15,7	525,5	300,9	»	426,1	295,1	65,5	63,2
15,7	525,5	300,5	526,1	432,2	299,8	66,2	62,6
17,0	549,7	322,4	»	441,1	287,3	76,9	72,2
17,2	»	326,2	»	442,9	286,0	78,4	74,0

» L'examen de ce Tableau montre : 1° que les tensions de l'acide cyanhydrique et du cyanhydrate d'ammoniaque vont en croissant régulièrement avec la température; 2° que les tensions du cyanhydrate en présence d'un excès d'acide cyanhydrique sont les mêmes que celles de l'acide cyanhydrique, ce qui semble confirmer la loi énoncée par MM. Engel et Moitessier. Cette égalité a été vérifiée dans une foule d'autres expériences; nous verrons bientôt comment il convient d'interpréter ce fait. 3° Comme pour le bisulfhydrate d'ammoniaque en présence d'un excès de gaz ammoniac, les tensions de l'acide cyanhydrique suivent très sensiblement la loi énoncée pour le sulfhydrate $\frac{P^2}{4} = (f + x)x$.

» Mon attention s'est portée particulièrement sur le fait de l'égalité de tension de l'acide cyanhydrique et du cyanhydrate en présence d'un excès d'acide cyanhydrique. Cette égalité peut s'expliquer de deux manières : ou le cyanhydrate d'ammoniaque n'est pas volatil en présence d'acide cyanhydrique à une tension supérieure à la sienne, comme l'admettent MM. Engel et Moitessier pour les cas qu'ils ont étudiés; ou bien la présence du cyanhydrate d'ammoniaque diminue la tension de vapeur de l'acide cyanhydrique, de telle sorte que la somme des tensions est égale à la tension de l'acide cyanhydrique seul. Pour savoir quelle est celle de ces deux hypothèses qu'il convient d'adopter, j'ai laissé séjourner de l'air en présence d'un mélange d'acide cyanhydrique et de cyanhydrate d'ammoniaque, puis, ayant fait passer les gaz dans une éprouvette, j'y ai introduit de l'acide chlorhydrique gazeux. Il se forme immédiatement d'abondantes fumées blanches, puis un dépôt de chlorhydrate d'ammoniaque solide; or il résulte des recherches de M. A. Gautier que l'acide chlorhydrique gazeux n'exerce aucune action sur l'acide cyanhydrique gazeux ; la vapeur d'acide cyanhydrique est donc mélangée de vapeur de cyanhydrate d'ammoniaque.

» En poussant l'expérience plus loin, j'ai puisé, pour l'analyser, le gaz d'un de nos tubes barométriques contenant du cyanhydrate avec excès d'acide cyanhydrique.

» La tension commune de l'acide cyanhydrique seul ou en présence du cyanhydrate étant de 414^{mm}, j'ai trouvé que dans le deuxième cas cette pression était due à 354^{mm} d'acide libre et 60^{mm} de cyanhydrate, ou $f = 354$, $x = 30$: le calcul donnerait $x = 35^{mm}$.

» Ainsi, malgré les difficultés et les incertitudes que présente une expérience de ce genre, la loi se vérifie encore assez exactement alors même qu'elle semble en défaut, et il est permis de supposer que, dans les cas où la loi de MM. Engel et Moitessier paraît se vérifier, c'est seulement en vertu d'une compensation de même nature ; en tout cas, cet exemple montre que l'analyse seule peut permettre de tirer des conclusions sur ce qui se passe dans un mélange qui contient des vapeurs de nature différente. »

CHIMIE. — *Action de l'hydrogène sulfuré sur les solutions salines du nickel et des métaux du même groupe.* Note de M. BAUBIGNY, présentée par M. Debray.

« Dans son *Traité de Chimie*, Berzélius ([1]) nous apprend qu'il se forme du sulfure de nickel, en faisant arriver un courant de gaz sulfhydrique dans la solution d'un sel neutre de ce métal, et que, quand la liqueur est devenue acide jusqu'à un certain point, la précipitation s'arrête. Cependant, ajoute-t-il, d'après Gay-Lussac, le nickel est précipité *complètement* si le sel est l'acétate.

» C'est à peu près dans les mêmes termes que Berzélius s'exprime en parlant du cobalt et du zinc, en notant encore que, si l'on opère avec l'acétate de cobalt en solution étendue, la plus grande partie du métal est précipitée. Quant à l'acétate zincique, comme il est décomposable complètement en liqueur acétique, la précipitation du métal est toujours complète dans le cas de ce sel.

» En 1853, Henri Sainte-Claire Deville ([2]), mon regretté maître, reconnaissait qu'une liqueur renfermant un peu d'acide acétique libre avec du cobalt, du nickel et du fer à l'état d'acétates, abandonnait, à la suite d'un traitement prolongé par le gaz sulfhydrique, tout le cobalt, tout le nickel et partie du fer, à l'état de sulfure.

» Malgré l'autorité de ces trois grands noms, on enseigne encore souvent que le nickel, le cobalt, et surtout le fer en liqueur acétique acide, ne se précipitent pas par l'action du gaz sulfhydrique. C'est sur ce fait que repose l'une des méthodes de séparation du zinc d'avec le fer, le nickel et le cobalt : méthode imparfaite, malgré les recherches de Smith, même si la solution est très acide, ainsi que Delfts, en 1860 ([3]), le signalait à nouveau. Berzélius, Gay-Lussac et Henri Sainte-Claire Deville n'ont donc énoncé que des faits absolument exacts.

» Non seulement le nickel et le cobalt, comme le zinc, peuvent être précipités *complètement* de leurs solutions salines, chlorure ou sulfate, mais aussi le fer, partiellement, dans les mêmes conditions

» Le manganèse est, parmi les métaux susceptibles de fournir un sulfure

---

([1]) Édition de 1846, t. II, p. 631.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXVIII, p. 5.

([3]) *Zeitsch. Chem. Pharm.*, 1860, p. 4.

insoluble, le seul qui ne soit pas précipitable de ses solutions salines, chlorure ou sulfate, par le gaz sulfhydrique; en exceptant, toutefois, l'acétate, qui, comme ceux de cobalt, de nickel et de fer, fournit un précipité de sulfure.

» Il n'est pas étonnant que de nombreuses affirmations, s'excluant réciproquement, aient été avancées sur ces actions de l'hydrogène sulfuré. Chaque expérimentateur se plaçant dans des conditions différentes, les conclusions, tout en pouvant être exactes, ne l'étaient que pour le cas particulier où l'on s'était placé.

» En effet, les résultats varient suivant l'état de dilution de la liqueur, sel neutre et eau; suivant la nature de l'acide du sel; suivant les rapports de poids de l'acide et de la base, et ceux de l'acide libre et de l'eau; suivant l'état de saturation par l'hydrogène sulfuré; et d'autres conditions, parmi lesquelles il faut noter surtout la température et la durée des expériences.

» Pour l'étude de ces actions, il était donc important de se placer dans des conditions bien définies. Aussi ai-je opéré dans des matras avec un volume d'eau connu, saturant toujours à 0°, avec le gaz sulfhydrique, partie ou totalité du liquide, et n'adoptant comme fermeture que le scellement à la lampe, la seule parfaite pour des expériences comparatives.

» Il va de soi que le poids du sel employé, celui de l'acide libre, la température et la durée d'action étaient aussi notés.

» C'est ainsi que, par la comparaison des résultats obtenus avec chaque métal séparément, et dans des conditions variées, mais toujours connues, j'ai pu déterminer les conditions analytiques et docimasiques, que des expériences de contrôle sur des mélanges de composition déterminée ont toujours confirmées.

» Je demanderai donc à l'Académie de lui exposer sommairement les principales observations de ces premières études, et je commencerai par le nickel, me bornant aujourd'hui, pour mettre en évidence la variabilité des résultats suivant les conditions d'expérience, à l'exposé de deux observations faites sur l'acétate de nickel en liqueur acétique.

» 1° A $0^{gr},2284$ d'acétate neutre de nickel (obtenu par double décomposition de $0^{gr},200$ de sulfate neutre et anhydre NiO, SO^3 et un volume déterminé d'acétate d'ammoniaque en liqueur titrée) on ajoute $9^{gr},29$ d'acide acétique monohydraté, soit soixante fois le poids de l'acide du sel.

» 2° A $1^{gr},256$ du même acétate, correspondant à $1^{gr},100$ de sulfate anhydre NiO, SO^3, on ajoute $17^{gr},03$ d'acide acétique monohydraté, soit vingt fois le poids de l'acide du sel.

» Dans les deux matras, on ajoute de l'eau pour obtenir le même volume, soit 140^{cc}, on sature à 0° par l'hydrogène sulfuré, et les deux matras scellés sont abandonnés à la température ambiante; en le cas, de $+12^{o}$ à $+16^{o}$.

» Tandis que dans le matras n° 1 n'apparaît aucun précipité, même après vingt-quatre heures, dans le matras n° 2, c'est-à-dire renfermant le plus grand poids d'acide ($17^{gr},03$) libre pour le même poids d'eau, le précipité de sulfure de nickel est déjà notable au bout d'une heure, et il va en augmentant. La liqueur, verte à l'origine, est incolore vingt-quatre heures après.

» Le sulfure formé est de texture cristalline. Par oxydation, il donne $1^{gr},087$ de sulfate de nickel, et le dosage du sel non précipité donne, comme sulfate, $0^{gr},0115$, soit une erreur de $\frac{1}{800}$.

» Dans le matras n° 1, il n'apparaît qu'après deux ou trois jours une ou deux particules cristallines, formant l'origine de cristaux de sulfure de nickel, qui grossissent lentement en se nourrissant aux dépens du nickel de la solution, qui se précipite peu à peu.

» L'influence du rapport des poids de l'acide acétique et de l'oxyde de nickel est donc mise nettement en évidence dans l'expérience précédente, et l'on comprend, d'après ces résultats, confirmés par plusieurs essais, que les analystes, dans la séparation du zinc et du nickel par l'action de l'hydrogène sulfuré sur les acétates en liqueur acide, aient besoin, pour le succès de l'opération, de tenir compte non seulement de l'acidité relative de la liqueur, mais des rapports de poids de l'acide acétique libre et de l'oxyde de nickel, la proportion d'acide libre devant être d'autant plus grande que le mélange des deux oxydes contient plus de nickel. »

CHIMIE. — *Sur les chlorures de zinc ammoniacaux.* Note de M. G. André, présentée par M. Berthelot.

« J'ai été conduit à étudier les combinaisons du chlorure de zinc avec l'ammoniaque et le chlorhydrate d'ammoniaque, parce que la plupart de ces composés sont détruits par l'eau avec formation d'oxychlorures.

» Je vais d'abord donner la chaleur de formation de deux de ces composés déjà décrits :

» En faisant passer un courant de gaz ammoniac dans du chlorure de zinc dissous à froid dans de l'ammoniaque concentrée, et chauffant ensuite jusqu'à la disparition du précipité cristallin, on obtient, au bout de vingt-

quatre heures, de gros cristaux octaédriques signalés par Divers (*Jahresb.* 1868, p. 239), et auxquels ce savant donne la formule $5AzH^3, 2ZnCl, 2HO$.

	Trouvé.	Calculé.
Chlore	29,71	29,70

» Très solubles dans une petite quantité d'eau, ces cristaux sont décomposés à mesure qu'on en ajoute un excès : il se forme alors un volumineux précipité blanc. Ils s'altèrent promptement à l'air, deviennent opaques en dégageant du gaz ammoniac.

» Dissous dans l'acide chlorhydrique étendu, ce composé a donné :

$5AzH^3, 2ZnCl, 2HO + 5HCl$ étendu dégage........ $+\overset{\text{Cal}}{46,9}$

d'où :

$5AzH^3$ gaz $+ 2ZnCl$ solide $+ 2HO$ dégage......... $+74,67$ eau liquide.
» » » » .... $+73,24$ eau solide.

» Un autre composé, préparé comme l'a indiqué Kane, en faisant passer un courant de gaz ammoniac dans une solution de chlorure de zinc chaude et concentrée jusqu'à redissolution du précipité d'abord formé, et auquel j'attribuerai la formule $4ZnCl, 4AzH^3HO$:

	Trouvé.	Calculé.
ZnCl	78,20	77,92
AzH^3	19,10	19,48

a donné, dissous dans l'acide chlorhydrique étendu :

$4ZnCl, 4AzH^3HO + 4HCl$ étendu, dégage........ $+\overset{\text{Cal}}{27,5}$

d'où

$4ZnCl$ solide $+ 4AzH^3$ gaz $+ HO$ dégage......... $+88,08$ eau liquide.
» » » » .... $+87,37$ eau solide.

» Ce corps est également décomposé par l'eau.

» Il est presque identique à deux composés que j'ai obtenus en dissolvant jusqu'à refus, dans une solution concentrée et bouillante de sel ammoniac, de l'oxyde de zinc précipité. Une portion de la liqueur filtrée a été évaporée de moitié. Les cristaux formés alors ont pour composition $2ZnCl, 2AzH^3HO$.

	Trouvé.	Calculé.
AzH^3	18,88	18,99
ZnCl	75,96	75,98

» Une autre portion abandonnée à elle-même laisse déposer des cristaux dont la composition est identique à celle de ceux que l'on obtient en dissolvant lentement, vers 70°, de l'oxyde de zinc dans du sel ammoniac. Leur formule est $5ZnCl, 5AzH^3, 2HO$.

	Calculé.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
ZnCl	76,75	76,90	76,77
AzH^3	19,18	19,03	19,05

» Lorsqu'on dissout du chlorure de zinc anhydre dans l'ammoniaque pure et concentrée, sans refroidir celle-ci, la masse s'échauffe jusqu'à l'ébullition, et, si l'on concentre la liqueur claire, il se fait un abondant précipité cristallin, paraissant répondre à la formule

$$6ZnCl, 6AzH^3, ZnO, 4HO.$$

	Trouvé.	Calculé.
ZnCl	69,62	69,57
AzH^3	17,46	17,39
ZnO	6,71	6,90

» On a, pour sa chaleur de formation,

$6ZnCl, 6AzH^3, ZnO, 4HO + 7HCl$ étendu, dégage........ $+ 47^{Cal},82$

d'où

$6ZnCl$ solide $+ 6AzH^3$ gaz $+ ZnO$ solide $+ 4HO$, dégage... $+134,58$ eau liquide.
... $+131,72$ eau solide.

» D'après la chaleur dégagée par le composé $4ZnCl, 4AzH^3HO$, on voit que l'union de $6ZnCl, 6AzH^3, 3HO$ avec ZnO, HO dégage environ $+ 2^{Cal}$.

» Lorsqu'on évapore une solution contenant 2 parties de chlorure de zinc et une partie de sel ammoniac, il se dépose de grandes lamelles très solubles dans l'eau, ne précipitant pas par un excès de ce réactif et analogues à celles décrites par Pierre, Marignac et Rammelsberg.

» Ce composé a pour formule $3ZnCl, 3AzH^4Cl, HO$.

	Trouvé.	Calculé.
Cl	57,01	57,02
Zn	26,30	26,10
AzH^3	13,57	13,65

Dissous dans l'eau, il a donné

$3AzH^4Cl, 3ZnCl, HO + nHO$ dégage......... $+ 3^{Cal},23$

Or, on a

	Cal
$3(ZnCl + nHO)$ dégage...............	$+ 23,4$
$3(AzH^4Cl + nHO)$ dégage............	$- 12$
$3AzH^4Cl, nHO + 3ZnCl, nHO$.........	$+ 0,22$

» On a donc, pour la chaleur de formation x,

$$x = + 23^{Cal},4 - 12^{Cal} + 0^{Cal},22 - 3^{Cal},23 = + 8^{Cal},39 \text{ eau liquide.}$$
$$\text{» } \qquad \text{» } \qquad + 7^{Cal},68 \text{ eau solide.}$$

» En chauffant une solution de chlorure de zinc avec de l'oxyde et versant à l'ébullition du chlorhydrate d'ammoniaque jusqu'à ce que la liqueur devienne claire, il se fait après filtration et par refroidissement du liquide un oxychlorure en poudre fine que je décrirai prochainement. Les eaux mères, séparées de ce corps et concentrées de moitié, ont donné un sel bien cristallisé, dont la formule paraît être $2ZnCl, 4AzH^4Cl, ZnO$.

	Trouvé.	Calculé.
Cl..................	54,51	54,54
AzH^3..............	17,40	17,41
ZnO...............	10,06	10,37

Sa chaleur de formation est la suivante :

$2ZnCl, 4AzH^4Cl, ZnO + HCl$ étendu, dégage............ $+ 4^{Cal},76$

d'où

$2ZnCl$ solide $+ 4AzH^4Cl$ solide $+ ZnO$ solide, dégage...... $+ 3^{Cal},24$

» J'ai encore obtenu un autre composé par évaporation des eaux mères du précédent : $3ZnCl, 5AzH^4Cl, ZnO$.

	Trouvé.	Calculé.
Cl.................	55,37	55,46
AzH^3..............	16,91	16,60
ZnO...............	7,97	7,91

On a, pour sa chaleur de formation,

$3ZnCl, 5AzH^4Cl, ZnO + HCl$ étendu, dégage............. $+ 8^{Cal},09$

d'où

$3ZnCl$ solide $+ 5AzH^4Cl$ solide $+ ZnO$ solide, dégage...... $+ 3^{Cal},71$

» Ce corps est, comme le précédent, décomposable par l'eau.

» J'étudierai prochainement les oxychlorures de zinc [1]. »

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

CHIMIE. — *Sur l'hydrate d'hydrogène sulfuré*. Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« Wœhler, en 1840 (¹), a signalé l'existence d'un hydrate d'hydrogène sulfuré, obtenu en enfermant, dans des tubes de verre très résistants, du persulfure d'hydrogène et de l'eau; le composé cristallisé qui prend ainsi naissance se formerait sous une pression de 17^{atm} à la température ordinaire, et se détruirait à + 30°.

» J'ai répété ces expériences avec l'appareil de M. Cailletet; l'hydrogène sulfuré gazeux était introduit avec un peu d'eau dans le tube à compression; je pouvais ainsi mesurer, à chaque instant, les pressions sous lesquelles les cristaux commencent à se former et à se détruire, et les températures correspondantes. J'ai obtenu les nombres suivants :

Températures.	Pressions (en atmosphères).
+ 0°,5	1,1
+ 2°	1,4
+ 5°	1,7
+ 9°	2,5
+ 11°,8	3,5
+ 14°,5	4,25
+ 17°,5	5,8
+ 19°,8	7,1
+ 23°	9,2
+ 25°	11
+ 28°,5	16

A + 29° les cristaux se détruisent sous une pression de 23^{atm}; à + 30° ils se décomposent à 50^{atm}. Ces nombres paraissent indépendants des proportions relatives d'eau et d'hydrogène sulfuré.

» Il résulte de ces expériences que l'hydrate d'hydrogène sulfuré se détruit à partir de + 29° ou + 30°, même sous une pression considérable; d'ailleurs, lorsqu'on dépasse 23^{atm}, à cette température, le gaz disparaît entièrement, et le tube ne contient plus que deux liquides, qui ne se mélangent pas, et qui peuvent être comprimés très fortement sans se combiner. Cet hydrate n'a donc pas de point de fusion proprement dit, mais une sorte de *point critique de décomposition* situé à + 30°.

(¹) *Ann. Ch. Pharm.*, t. XXXIII, p. 125, et t. LXXXV, p. 376.

» On remarque, d'autre part, qu'à des températures comprises entre 0° et + 25°, la pression nécessaire pour faire naître le composé est relativement très faible, et bien inférieure à la tension de l'hydrogène sulfuré liquide. A 0° elle surpasse à peine 1^{atm}.

» L'hydrate d'hydrogène sulfuré est donc plus stable que beaucoup de composés semblables, obtenus dans les mêmes conditions avec d'autres gaz; aussi peut-on en préparer de grandes quantités et l'enfermer dans des tubes scellés à la lampe. Je m'occupe actuellement d'en déterminer la composition. D'après mes premiers essais, celle-ci serait voisine de HS + 15HO, mais il est difficile d'éviter un excès d'eau dans des composés si instables [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de la quinine.* Lettre de M. **E.-J. Maumené** à M. le Président.

« La découverte de H^2Az vient de me fournir le moyen de réaliser une synthèse désirée par tous les chimistes et objet d'un prix proposé par la Société d'encouragement : cette synthèse est celle de la quinine.

» Je communiquerais de suite à l'Académie les détails de l'opération très simple dans laquelle H^2Az fournit du sulfate de quinine très pur, si je ne devais soumettre aux épreuves médicales ce sulfate, dont toutes les propriétés sont identiques à celles du sulfate préparé avec le quinquina.

» L'Académie, en acceptant le dépôt du paquet cacheté joint à cette lettre, me donnera la liberté de consacrer aux études thérapeutiques le temps nécessaire : je lui en serai reconnaissant. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide nitrique fumant, et action de l'acide chlorhydrique sur la pilocarpine.* Note de M. **P. Chastaing**, présentée par M. Chatin.

« *Action de l'acide azotique fumant.* — Lorsqu'on fait agir l'acide azotique fumant sur la pilocarpine, et qu'après avoir évaporé l'acide on reprend par l'eau, on obtient facilement de beaux cristaux; mais, si les produits de cristallisation proviennent de différentes attaques avec l'acide azotique, ils contiennent des quantités de carbone variables.

» Il n'en est pas de même des précipités obtenus avec le chlorure de

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot.

platine; car, par incinération, ils laissent des quantités de platine à peu près constantes, bien que provenant de corps de compositions différentes. Cependant, en traitant la pilocarpine par une très grande quantité d'acide fumant, il en résulte un produit dont la formule concorde avec celle qui a été attribuée par Parodi à la jaborandine. L'alcaloïde extrait par Parodi d'un faux jaborandi aurait pour formule $C^{20}H^{12}Az^2O^6$, dont le poids moléculaire est le même que celui de la pilocarpine. Dès lors, les différents résultats donnés par l'analyse deviennent explicables, tant pour le dosage du carbone et de l'hydrogène que pour celui du platine, une quantité insuffisante d'acide azotique donnant les mélanges de pilocarpine et de jaborandine, dont les chloroplatinates ont le même poids moléculaire.

» La transformation de la pilocarpine en jaborandine a été obtenue dans les conditions suivantes :

» 3^{gr} d'azotate de pilocarpine furent traités en plusieurs fois par plus de 900^{cc} d'acide fumant. Après évaporation de l'acide, le résidu fut repris par l'eau et amené à cristallisation. Les cristallisations furent fractionnées.

» Les derniers liquides cristallisent mal, parce qu'ils contiennent une faible quantité d'un corps incristallisable.

» Les cristaux impurs donnèrent un chloroplatinate contenant 23,75; 23,78; 23,83 de platine, la formule de la pilocarpine ou celle de la jaborandine exigeant, d'après le calcul, 23,97 pour 100.

» Des cristaux, aussi purs qu'il a été possible de les obtenir, donnèrent un chloroplatinate contenant 23,99; 24,00; 23,98 pour 100 de platine. Le poids moléculaire de la substance formée est donc le même que celui de la pilocarpine.

» L'analyse montre que l'acide azotique fumant a transformé la pilocarpine en *azotate de jaborandine* $C^{20}H^{12}Az^2O^6, AzHO^6$.

	Calculé.	Trouvé.			
C	44,28	44,15	44,29	44,25	44,23
H	4,79	5,01	5,18	4,90	4,92
Az	15,49	»	»	15,60	»

» Le chloroplatinate est $C^{20}H^{12}Az^2O^6, HClPtCl^2$ (¹).

	Calculé.	Trouvé.		
C	28,91	29,04	»	»
H	3,12	3,07	»	»
Pt	23,97	23,98	23,97	23,98
Cl	25,66	»	25,57	»

» L'acide azotique fumant transforme donc la pilocarpine en jaboran-

(¹) Pt = 99,50.

dine. Cette transformation s'accompagne de la production d'une petite quantité d'un autre corps, vraisemblablement de jaborine.

» *Action de l'acide chlorhydrique.* — Voici les résultats obtenus avec l'acide chlorhydrique :

» 3^{gr} de pilocarpine furent traités par 700^{cc} d'acide chlorhydrique. Après évaporation de l'acide, on obtint de très grands cristaux, plats, mélangés à un liquide incristallisable.

» Ces cristaux furent séparés, séchés et analysés. Leur composition est celle du chlorhydrate de jaborandine.

» Le *chloroplatinate* a la composition du chloroplatinate de jaborandine.

	Calculé.	Trouvé.	
C	28,91	29,04	29,10
H	3,12	3,25	3,07
Pt	23,97	23,98	»
Cl	25,66	25,70	»

» Il y a donc eu, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, à 100°, formation de jaborandine; mais cette base n'est pas la seule qui se forme dans ces conditions : elle est accompagnée de jaborine, base en laquelle, d'après les observations de MM. Meyer et Harnach, se transforme facilement la pilocarpine, en vase clos, sous l'influence de l'acide chlorhydrique.

» La jaborine et la pilocarpine ayant toutes deux le même poids moléculaire et la même formule $C^{22}H^{16}Az^{2}O^{4}$, la jaborandine aurait aussi le même poids moléculaire et la formule $C^{20}H^{12}Az^{2}O^{6}$. La jaborandine se produit facilement par action d'une grande quantité d'acide azotique fumant sur la pilocarpine, et en petite quantité par action de l'acide chlorhydrique en présence de l'oxygène de l'air. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Les microzymas gastriques et la pepsine. Remarques sur la Note de M.* A. Gautier *du* 6 *mars dernier.* Note de M. A. **Béchamp.**

« Je prie l'Académie de me permettre de présenter quelques observations au sujet de la Note que M. Gautier a publiée à l'occasion de ma première Communication sur les microzymas gastriques. Ces observations sont nécessaires, pour ne pas laisser accréditer des idées erronées, concernant la manière d'être des microzymas en général et des microzymas gastriques en particulier.

» Le titre du travail de M. Gautier : *Sur les modifications soluble et inso-*

luble du ferment de la digestion gastrique, en résume toute l'économie; et dans la conclusion qui termine sa Communication, la même préoccupation se trahit; les particules sur lesquelles il a expérimenté « représentent, dit-» il, un état transitoire de la pepsine », et l'auteur ajoute qu'il a « la preuve » que cette pepsine insoluble se transforme lentement dans l'eau pure » en pepsine soluble. »

» Je néglige à dessein la question posée par M. Gautier, de savoir si j'ai opéré sur des matières solubles du suc gastrique. Les matières organiques actives du suc gastrique sont incontestablement solubles. J'ai pris les pouvoirs rotatoires de plus de cent échantillons de suc gastrique physiologique de chien, ainsi que des produits organiques que j'en ai isolés; or une substance dont on peut prendre le pouvoir rotatoire est nécessairement soluble (1).

» Mais je dois donner la plus grande attention à l'affirmation qu'il existe une pepsine insoluble, qui, d'elle-même, devient soluble.

» Je ne connais pas assez les produits sur lesquels M. Gautier a opéré; mais supposons que ses particules microscopiques sont des microzymas accidentellement contenus dans une pepsine commerciale (la supposition n'a rien que de naturel, puisque c'est à l'occasion de ma Note qu'il a écrit la sienne). Or, conformément à toutes mes précédentes Communications, un microzyma est quelque chose d'organisé, de structuré, constitué comme une cellule : un contenant renfermant un contenu. Et je supplie l'Académie de me laisser dire que cela est généralement admis; en effet, depuis que j'écris sur les microzymas, on les découvre de tous les côtés; en Allemagne, peut-être pour dissimuler leur origine française, on les a nommés *micrococcus,* et des Français les admettent sous ce nom et ne savent pas qu'il ne vaut rien et prête à confusion.

» Les microzymas sont donc organisés; ils sont donc insolubles par essence, car organisation et solubilité sont termes contradictoires : on ne peut pas dire qu'un être organisé est soluble, volatil. Mais ce n'est pas tout. Pour faire comprendre ma pensée, je dois ajouter qu'il résulte d'un grand nombre de mes Communications antérieures, confirmées par beaucoup d'observateurs, notamment par MM. Nencki et Giacosa, que les microzymas sont susceptibles, dans des conditions déterminées, de produire par évolu-

---

(1) J'ai également pris les pouvoirs rotatoires de pepsines du commerce très actives : il est difficile d'en trouver deux qui aient le même pouvoir rotatoire; ce sont des produits de composition très variable.

tion des vibrioniens, en passant par l'état de microzymas associés, depuis le microzyma articulé en 8 de chiffre jusqu'aux chapelets de 3 à 20 grains, etc., ce dont on a fait des genres sous le nom de *torula*. C'est de cet ensemble histologique qu'était résulté pour moi, il y a plus de quinze ans, la notion d'organisation et de structure du microzyma. Ajoutez que, morphologiquement identiques, et de la dernière des grandeurs observables aux plus forts grossissements des microscopes, ils sont divers de fonction dans différents centres d'organisation (foie, rein, pancréas, glandes gastriques, etc.,) et produisent des bactéries à même les tissus, et vous aurez une idée de l'importance que présente l'étude de ces petits êtres, dont la grandeur est telle, qu'il en faut, de certains d'entre eux, plus de quinze milliards pour remplir le volume d'un millimètre cube.

» Cela posé, un microzyma gastrique ne peut donc pas être quelque chose d'insoluble qui se transformerait lentement en pepsine soluble; mais c'est un organisme qui, malgré son extrême petitesse, produit la pepsine par un phénomène chimique, sans doute, mais d'ordre vital. Ce microzyma (si l'on peut comparer des objets en apparence si dissemblables et de dimensions si différentes) produit et contient la pepsine, comme le foie produit et contient la bile, le glucose, etc., ou mieux, pour préciser davantage, comme certaines moisissures produisent et contiennent le *ferment soluble* qui intervertit le sucre de canne, ferment soluble que j'ai appelé *zythozymase* et que l'on appelle aussi le *ferment inversif*. Je m'explique; autrefois, j'ai distingué deux fonctions dans certaines moisissures : celle d'intervertir le sucre de canne et celle de produire, avec le glucose, l'alcool, l'acide acétique, etc. Ce pouvoir intervertissant, elles le doivent à l'agent soluble que j'ai comparé à la diastase et à l'occasion de la découverte duquel j'ai formé le mot de *zymase*. Eh bien, comme les moisissures, la levure produit sa zymase, à l'aide des matériaux ambiants qui ne la contiennent pas, par un acte de nutrition semblable à celui par lequel elle forme, avec le glucose, l'alcool et les autres produits de la fermentation alcoolique. Et j'ai prouvé ailleurs que la zythozymase se trouvait parmi les matériaux que la levure désassimile pendant qu'elle fait fermenter le sucre, aussi bien que quand on la fait infuser dans l'eau.

» Il faut bien distinguer les deux fonctions de la levure. L'interversion, M. Berthelot l'a démontré comme moi, peut donc avoir lieu sans que la levure soit présente, tandis que sa présence est nécessaire pour la former, pour la sécréter, autant qu'elle est nécessaire pour former et sécréter l'alcool, l'acide acétique, la glycérine, etc.

» Il n'en est pas autrement des microzymas gastriques. La pepsine se forme en eux, elle est sécrétée par eux, et, comme eux, cette pepsine ne manifeste son activité chimique sur les matières albuminoïdes que dans un milieu convenablement acidulé.

» Bref, si les particules de M. Gautier sont réellement des microzymas (je discuterai plus tard son hypothèse protoplasmique), ils devront sécréter leur zymase sans se dissoudre, de même que la levure ne se dissout pas en sécrétant la sienne; les choses devront se passer comme dans ma seconde Lettre à M. Dumas, où les microzymas des glandes gastriques traitées par l'acide chlorhydrique étendu, sans se dissoudre, ont sécrété leur zymase et fourni une solution qui a dissous et digéré des matières albuminoïdes, comme le suc gastrique physiologique. S'il en était autrement, M. Gautier aurait fait une découverte intéressante, mais qui n'aurait rien de commun avec la théorie du microzyma.

» La place ne me permet pas de dire mon sentiment sur la digestibilité de la fibrine *impressionnée* par une solution de pepsine, dont parle M. Gautier. Dans un prochain travail sur la fibrine, je rappellerai une expérience, qui est consignée dans mon Mémoire sur les matières albuminoïdes, par laquelle je prouve que l'acide chlorhydrique seul, sans aucune addition, produit avec la fibrine des corps dont les propriétés sont voisines, sinon identiques, avec ce que l'on appelle *peptones*. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'existence de produits analogues aux ptomaïnes dans les digestions gastriques et pancréatiques de plusieurs matières albuminoïdes.* Note de M. **J. Béchamp.**

« Dernièrement, à propos d'un empoisonnement supposé par la viande de porc, j'ai été amené à rechercher les ptomaïnes dans la matière suspecte. Le produit, isolé par la méthode de Stas, possédait tous les caractères des ptomaïnes, mais était absolument inoffensif pour la grenouille.

» Très étonné de son innocuité, je me suis demandé si d'autres substances ne jouiraient pas des propriétés des ptomaïnes à l'égard des réactifs généraux des alcaloïdes, et notamment du cyanure rouge. Il est résulté de mes observations que les albuminoses, c'est-à-dire les produits de la digestion et quelques produits normaux de l'organisme, sont dans ce cas. L'importance du problème au point de vue toxicologique est considérable, autant qu'est intéressante la question au point de vue de l'histoire des matières albuminoïdes.

» I. *Certains produitsn ormaux de l'organisme, des matières albuminoïdes normales même, possèdent certains caractères des ptomaïnes.* — 1° Un suc gastrique de chien, pouvoir rotatoire $[\alpha]_j$ 79°, 8 ↘, se trouva précipitant : par l'iodomercurate de potasse, par l'iodure ioduré de potassium, par le bichlorure de platine; il réduisait instantanément le cyanure rouge, si bien que, par l'addition du perchlorure de fer, le précipité bleu se formait aussitôt.

» 2° Un autre suc gastrique de chien, exactement saturé par le carbonate d'ammoniaque, est précipité par un excès d'alcool. Le précipité est séparé par le filtre et la solution alcoolique est distillée. Le résidu de la distillation, convenablement concentré, précipite encore par tous les réactifs indiqués et réduit instantanément le cyanure rouge.

» 3° Beaucoup de matières albuminoïdes, même insolubles, réduisent le cyanure rouge.

» II. *Les produits digérés* (*gastriques ou pancréatiques*) *de toutes les matières albuminoïdes jouissent de certains caractères des ptomaïnes.* — Ils manifestent d'autant mieux ces propriétés que la matière est plus soluble dans l'alcool et surtout dans l'éther :

» 1° Digestion pancréatique de musculine. Le produit, soluble dans l'alcool à 95° C., a pour pouvoir rotatoire $[\alpha]_j = 26°, 3$ ↘. Il précipite par l'iodomercurate, par l'iodure ioduré et par le bichlorure de platine, et réduit instantanément le cyanure rouge.

» 2° Digestion gastrique de fibrinine. Le produit, qui est soluble dans l'alcool à 95° C., se comporte de la même manière que le précédent.

» 3° Produit de la digestion pancréatique de fibrinine, insoluble dans l'alcool à 95° C. Il réduit le cyanure rouge, mais le produit de la réaction verdit seulement après l'addition de la solution de perchlorure de fer.

» 4° Divers produits de digestion, tant gastriques que pancréatiques, ou le produit total de ces digestions, ont été traités par la méthode de Stas pour la recherche des alcaloïdes. Voici le tableau des résultats :

Produits solubles dans l'alcool à 95° C., saturés par le bicarbonate de potasse et repris par l'éther, provenant de :	Action des trois réactifs et du cyanure rouge sur le résidu de la distillation de l'éther :
La musculine (pancréatique) La fibrinine » La caséine » Le cartilage costal » La fibrinine (gastrique).	Précipitent par l'iodomercurate, par l'iodure ioduré et par le bichlorure de platine. Réduisent instantanément le cyanure rouge.

» III. Enfin, pour étudier de plus près le phénomène, j'ai fait agir la pancréazymase et le suc gastrique sur une fibrine de même origine et j'ai traité directement les produits de ces digestions par la méthode de Stas. Voici le détail de ces expériences :

» 1° A 500gr de fibrine fraîche, on ajoute 15gr de pancréazymase dissoute dans 200cc d'eau ; on met à l'étuve à 35°. Dissolution complète en quatre heures. La masse est immédiatement portée au bain-marie : légère coagulation. On filtre, on évapore : le produit cristallise. Il est absolument neutre. On le reprend par l'éther, et l'éther décanté est distillé. Le résidu est repris par l'eau. Il est alcalin. Il précipite par les trois réactifs employés et réduit instantanément le cyanure rouge. Trois gouttes du produit sont additionnées de deux gouttes d'acide sulfurique au centième ; on chauffe très légèrement pour concentrer l'acide : magnifique coloration carmin. La vératrine, traitée exactement de même, se comporte de la même façon. Mais, tandis que la coloration produite avec la substance digérée persiste quarante-huit heures, celle de la vératrine disparaît en huit heures. Le produit isolé est inoffensif pour la grenouille.

» 2° A 100gr de fibrine fraîche, on ajoute 50cc de suc gastrique frais de chien. On met à l'étuve et on arrête la digestion avant que la fibrine soit totalement dissoute. J'ai évité ainsi les altérations possibles dans les digestions de longue durée. Après saturation par le bicarbonate de potasse, le produit est repris par l'éther. Le résidu de l'évaporation de l'éther, dissous dans l'eau, est alcalin, précipite par les trois réactifs et réduit instantanément le cyanure rouge. Quelques gouttes, saturées par l'acide sulfurique au centième et chauffées légèrement, se colorent en rouge très beau, passant rapidement au violet, et puis se décolorent. C'est un des caractères de la curarine. Mais, tandis que la curarine est colorée en pourpre par l'acide nitrique, le produit digéré est coloré en jaune par cet acide. La substance isolée est inoffensive pour la grenouille.

» En résumé, il résulte de ces recherches que certaines matières albuminoïdes jouissent de certaines propriétés des ptomaïnes ; que, dans les digestions pancréatiques et gastriques normales, il se forme des substances qui possèdent les caractères des ptomaïnes, et qui se rapprochent beaucoup, par leurs réactions chimiques, de certains alcaloïdes très vénéneux. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Digestion des matières grasses et cellulosiques.* Note de M. **Duclaux**, présentée par M. Pasteur.

« Claude Bernard a démontré, de la façon la plus irrécusable, que le pancréas émulsionne les matières grasses; mais il a attribué cette propriété à l'existence dans le suc pancréatique d'une diastase émulsive, analogue à celles qui servent à liquéfier l'amidon et les aliments azotés, et digestive au même titre qu'elles. C'est sur l'exactitude de cette interprétation qu'on a, je crois, le droit d'élever quelques doutes.

» Dans un Mémoire déjà ancien [1], j'ai montré que la puissance émulsive pouvait être communiquée à un liquide par des procédés très divers, et ne dépendait que de certaines conditions physiques à remplir par les deux corps que l'on met en émulsion l'un par l'autre. La condition principale est que les constantes capillaires, les tensions superficielles des deux liquides soient égales ou voisines. A un rang secondaire, interviennent : l'égalité des densités qui, maintenant séparés les globules de la matière grasse, donne de la stabilité à l'émulsion une fois produite; la viscosité du liquide émulsif qui retarde l'ascension des corps gras; enfin, l'existence, chez ce même liquide émulsif, de cette propriété, certainement physique, bien que mal connue dans son essence, qui lui permet de devenir mousseux par l'agitation ou de se gonfler en bulles persistantes. Le concours de ces quatre conditions n'est pas indispensable, et lorsqu'une d'elles manque, l'émulsion est moins parfaite, mais peut encore être durable.

» Or il se trouve que, sauf l'égalité des densités, le suc pancréatique les réalise toutes, et en particulier la plus importante, celle qui est relative à l'identité des tensions superficielles. Ce suc est le plus alcalin des liquides de l'organisme. Aussitôt mis au contact d'une matière grasse, il la saponifie, faiblement il est vrai; mais la plus petite quantité de savon formée suffit, comme je l'ai montré dans le travail cité plus haut, à diminuer dans une proportion notable la tension superficielle du liquide émulsionnant et à l'amener au niveau de celle des matières grasses. On peut, en ajoutant à de l'eau distillée une quantité de soude libre pareille à celle qu'on trouve dans le suc pancréatique, en faire un liquide émulsif aussi parfait que le suc lui-même.

---

[1] *Sur la tension superficielle des liquides* (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXI, 1870).

» Il est vrai que Cl. Bernard, à qui cette action de l'alcalinité du liquide n'avait pas échappé, affirme que la propriété émulsive du suc résiste à sa saturation. Il serait plus juste de dire qu'elle persiste, mais considérablement affaiblie, parce que la saturation n'a pas atteint et a même plutôt augmenté la viscosité et le caractère mousseux et bulleux du suc pancréatique.

» Si, aux faits que nous venons d'énumérer, on ajoute ceux-ci : que l'émulsion par le suc pancréatique est instantanée et complète dès les premiers moments, tandis que l'action des diastases est toujours lente et graduelle, que l'émulsion se fait avec la même facilité à toutes les températures, tandis que les diastases sont presque inertes au-dessous de 15°, enfin qu'une foule de substances qui paralysent les effets des autres diastases sont sans action sur la prétendue diastase émulsive, on sera disposé à rayer celle-ci du nombre de celles qui entrent en jeu dans l'organisme et à regarder l'émulsion comme un phénomène à peu près exclusivement physique.

» Cette conclusion, qui sépare l'émulsion des corps gras de la digestion diastasique des aliments azotés, féculents ou sucrés, est corroborée par ce fait, que les corps gras peuvent être introduits directement dans le sang de la circulation générale, tandis que le sucre et l'albumine, dans les mêmes conditions, sont éliminés par les urines. Le sucre et l'albumine absorbés dans le canal digestif ont besoin, pour être acceptés par l'organisme, de subir un passage au travers du foie par le système de la veine-porte. Les corps gras, au contraire, sont déversés directement dans la circulation par les chylifères chez les animaux mammifères, et, chez les autres vertébrés, le système de Jacobson leur permet de ne pas traverser le foie, où leur passage est inutile et où, d'après Magendie, il ne serait pas sans inconvénient.

» A l'inverse de ce qui a lieu pour les matières grasses, les matières cellulosiques, si elles sont alimentaires, ont certainement besoin de subir une dissolution préalable dans le tube digestif, sans qu'on sache bien où cette dissolution s'opère. Je me suis assuré que les diastases de l'estomac, et même celles du pancréas, qu'à raison de leur action sur l'amidon on pourrait supposer plus puissantes que les autres, étaient incapables de transformer la cellulose. Je ne parle pas des diastases des sucs intestinaux. Toutes les propriétés qu'on leur a attribuées n'ayant jamais été observées qu'avec le concours des microbes ferments, il n'y a jusqu'ici aucune raison de croire à leur existence.

» On a donc le droit de se demander s'il y a réellement des celluloses alimentaires. Une expérience à ce sujet est difficile avec les herbivores et surtout les ruminants. Elle se fait mieux avec les oiseaux granivores, et je me suis assuré, en nourrissant des pigeons avec du sarrasin, du malt et de l'orge perlé, qu'on ne retrouvait pas dans les excréments la totalité de la cellulose ingérée. Il y a une perte, qui, pour l'orge perlé, a atteint le cinquième de la cellulose totale, et qu'on ne peut attribuer qu'à une dissolution, à une digestion véritable.

» Mais alors quel en est l'agent? En étudiant de près les grains entiers qu'on rencontre dans le jabot des oiseaux, ou dans la panse des ruminants, on en trouve toujours dont le contenu est tellement liquéfié qu'il en jaillit, sous une douce pression, comme une goutte laiteuse. Dans celle-ci on trouve, au microscope, des masses amylacées intactes, ayant conservé la forme des cellules qu'elles remplissaient, mais débarrassées de toute enveloppe, et nageant dans un liquide qui présente par milliers des petits bâtonnets tout à fait analogues aux amylobacters, connus, depuis M. Van Tieghem, pour être les ferments de la cellulose. Ces petits bâtonnets de formes multiples, ensemencés dans des liquides neufs, peuvent servir à y faire des digestions de cellulose. Nul doute qu'ils ne soient les agents actifs du phénomène observé. Ils transforment la cellulose en dextrine et en glucose qu'on trouve dans les liquides de la panse, dont la muqueuse, puissamment absorbante, ne sécrète pourtant, comme je m'en suis assuré, aucune diastase capable d'agir sur l'amidon.

» On comprend, sans que j'aie besoin d'y insister, le concours que ces agents de la liquéfaction de l'intérieur du grain prêtent à la rumination chez les herbivores, à l'action du gésier chez les oiseaux. Il est, d'ailleurs, certain qu'une fois présents ils continuent leur action, non dans l'estomac dont l'acidité les gêne, mais sur toute la longueur de l'intestin. Les conclusions auxquelles je suis arrivé dans ma dernière Communication, au sujet des ferments des matières azotées, sont applicables aux ferments des celluloses, que l'on doit considérer, jusqu'ici du moins et sauf une réserve sur laquelle j'insisterai prochainement, comme les uniques agents d'un véritable phénomène de digestion physiologique. »

---

(1) Les liquides de la panse sont souvent peuplés d'infusoires ciliés, dans l'intérieur desquels l'emploi du sérum iodé permet de découvrir une grande quantité de glycogène.

M. Faye, à l'occasion de la Communication précédente, fait remarquer qu'il a autrefois entretenu l'Académie d'expériences sur le phénomène de l'émulsion qui lui paraissent concorder avec l'opinion de M. Duclaux; comme M. le Président et M. Pasteur ont bien voulu l'engager à rédiger à ce sujet une Note pour les *Comptes rendus,* il prend le parti de reproduire ici ce qu'il a dit sur cette intéressante question, dans la séance du 9 septembre 1861.

« Je désire ajouter à la Note que M. Plateau m'a chargé de présenter à l'Académie, sur les lames liquides minces, quelques réflexions sur une expérience qu'elle m'a suggérée et qu'il est bien aisé de reproduire. Il ne s'agit point ici de toucher aux lois si parfaitement présentées par notre célèbre Correspondant, mais seulement d'indiquer un nouvel ordre de conséquences auquel ces lois mécaniques ou ces faits paraissent conduire.

» Je me suis demandé si l'on ne pourrait pas considérer ces surfaces laminaires comme existant déjà dans le liquide pendant que la charpente de fil de fer y est encore plongée, en sorte que, si la constitution du liquide venait à changer peu à peu, les lames actuellement formées sous l'influence de cette charpente pourraient subsister, s'y renforcer même ou s'y maintenir dans leur intégrité, offrant ainsi une sorte de base toute prête pour une organisation ultérieure.

» Voici l'expérience que je viens de faire ce matin même à ce sujet. J'ai rempli un verre à moitié d'une solution aqueuse de savon, et j'y ai plongé un fil de fer recourbé à l'un des bouts en forme d'anneau grossièrement façonné. En retirant cet anneau, comme dans l'expérience de M. Plateau, je relevais en même temps dans l'air une lame plane et mince de liquide; cette lame allait en s'amincissant, et bientôt se brisait comme une bulle de savon. J'ai versé ensuite, au-dessus de la couche d'eau de savon, une couche épaisse d'huile à brûler, puis en relevant de nouveau l'anneau, non plus dans l'air, mais dans le sein de cette couche d'huile, j'ai constaté aisément que la lame mince formée par l'anneau, lorsqu'il se trouvait dans la couche aqueuse inférieure, se maintenait parfaitement dans l'huile, à l'abri de toute évaporation. Pour s'en assurer, il suffit d'exposer convenablement le verre à la clarté du jour; on voit alors la réflexion des rayons de lumière s'opérer à la surface de cette lame mince plongée dans l'huile, aussi bien que si elle était exposée à l'air libre. Seulement le moindre mouvement imprimé à l'anneau dans un sens ou dans l'autre faisait bomber et gonfler cette lame mince dans le sens opposé; je la transformais ainsi, sans la rompre, en une longue poche pleine d'huile, isolée partout de l'huile ambiante, sauf du côté de l'anneau dont elle peut être aisément détachée.

» En réfléchissant à cette expérience, bien facile à répéter, il m'a semblé y voir les rudiments de certains phénomènes de physique végétale ou animale, tels que les cloisonnements fixes ou mobiles qui se forment dans les liquides non homogènes sous l'influence de parois plus ou moins cylindriques, cloisons qui peuvent à la longue prendre de la consistance, ou tels encore que le fait de l'émulsion des corps gras sous l'influence de l'albumine, du sérum ou de la sécrétion pancréatique [1].

[1] A l'aide de certains mouvements de contraction et du mélange de matières solides incessamment agitées.

» Si l'on vient à battre, en effet, avec la même tige les deux liquides dont je viens de parler, on voit que cette tige entraîne avec elle, en passant du liquide visqueux dans le liquide gras, une lame mince persistante qui enveloppe et isole aussitôt une certaine quantité de ce dernier liquide. Ces cloisons se forment rapidement dans tous les sens, mais bientôt les petites masses d'huile qu'elles enferment affectent la forme sphérique, laquelle répond à l'équilibre spontané le plus stable d'une masse liquide flottante et soustraite à l'action de la pesanteur. Tout mouvement ultérieur tend à diviser ensuite ces petites sphères ou ces polyèdres à cloisons élastiques : de là la formation rapide de sphérules excessivement petits, mais tous isolés du milieu ambiant par une mince enveloppe sphérique formée aux dépens du liquide visqueux. En continuant à battre quelques instants de plus, c'est-à-dire à entraîner dans l'un des liquides les lames minces formées par l'autre, l'émulsion devient complète en vertu de cette double tendance des petites masses liquides et des lames minces à prendre également la forme sphérique. Mais alors aussi toute viscosité a disparu ; il est impossible de former de nouvelles lames dans ce liquide blanchâtre comme e chyle ou le lait, car l'anneau en sort sans en entraîner avec lui (1).

» Il m'a semblé que la mention de cette expérience nouvelle, qui montre combien il est facile de cloisonner en tous sens un milieu liquide, à l'aide de lames minces et élastiques d'un autre liquide plus visqueux, ne serait pas déplacée après les brillantes expériences de M. Plateau sur les figures d'équilibre des lames minces, car elles montrent que ces expériences vont droit aux actions purement mécaniques, encore bien peu connues, qui accompagnent les premières évolutions de la vie organique, ou qui président aux actes non moins mystérieux de la nutrition.

» Combien ne doit-on pas regretter que les yeux de l'illustre physicien de Bruxelles, depuis longtemps fermés à la lumière du jour, ne puissent jouir des beaux phénomènes que l'Académie vient d'admirer et qu'il n'a vus, lui, avant tous, que par les yeux de l'intelligence ! Et pourtant que de progrès ne lui devons-nous pas déjà dans cette voie nouvelle, quoiqu'il soit réduit à deviner les phénomènes à force de pénétration profonde, au lieu de les contempler comme nous dans ce qu'ils ont d'imprévu, de se laisser inspirer par leur aspect, et de soumettre ainsi son esprit à leur féconde réaction ! »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la résistance des ânes d'Afrique à la fièvre charbonneuse.* Note de M. J. Tayon, présentée par M. Pasteur.

« Avec l'aide de mon préparateur, M. Mozziconacci, j'ai injecté, le 20 février, du virus charbonneux, provenant du laboratoire de M. Pasteur, sous la peau des animaux suivants :

(1) Les globules de la lymphe et du sang sont sans doute isolés, comme dans une sorte d'émulsion, par les cloisons sphériques du liquide visqueux où ils nagent, cloisons qui ne les empêchent pas de subir l'action des agents extérieurs. Peut-être serait-il curieux d'examiner aussi à ce point de vue tout mécanique le phénomène inverse de l'émulsion, lequel consiste dans la rupture de ces enveloppes sphériques et provoque, pour certains liquides, la formation de la fibrine ; pour d'autres, la réunion amorphe de la matière butyreuse.

» 1° Un âne d'Afrique, âgé de deux ans (une quantité de virus pur correspondant à six divisions de la seringue de Pravaz);

» 2° Une brebis shropshiredown, âgée de sept ans, atteinte d'une pneumonie chronique (virus pur correspondant à quatre divisions de la seringue de Pravaz);

» 3° Deux lapins (une goutte du même virus).

» Au moment de l'inoculation, à 10^h du matin, la température, prise à l'anus, est de 37°,5 pour l'âne et de 41° pour la brebis. Le même jour, à 5^h du soir, elle s'élève à 39° chez l'âne et reste à 40°,8 chez la brebis.

» Les 21, 22, 23, 24, 25 et 26 février, la température oscille, chez l'âne, entre 39° et 40°; chez la brebis, entre 41°,6 et 40°,5.

» Le 23, les deux lapins, inoculés en même temps que l'âne d'Afrique et que la brebis shropshire, meurent du charbon. Leur sang, examiné au microscope quelques heures après la mort, présente les bâtonnets caractéristiques de la bactérie charbonneuse. Deux autres lapins, inoculés le même jour avec une goutte de ce sang, meurent le 25.

» Le 25, à $3^h 30^m$ du soir, nous prenons du sang charbonneux sur ces derniers lapins et nous l'inoculons pur : 1° à une ânesse d'Afrique âgée de trois ans (huit divisions de la seringue de Pravaz); 2° à une agnelle du Larzac à cinq mamelles, âgée d'un an, atteinte du tournis (sept divisions); 3° à deux jeunes lapins (deux ou trois gouttes).

» La température anale, avant l'inoculation, était de 39°,7 pour l'ânesse et de 40°,2 pour l'agnelle. Le 26, à 9^h du matin, elle s'élève à 40° chez l'ânesse et à 43° chez la brebis.

» Le 27, à $6^h 30^m$ du matin, l'agnelle du Larzac meurt avec tous les symptômes du charbon. Dans la même matinée, mort des deux lapins inoculés le 25. A midi, la température chez l'ânesse est de 41°.

» Le même jour, à 10^h du matin, nous inoculons, pour la seconde fois, la brebis shropshire et l'ânesse d'Afrique avec du sang charbonneux provenant de l'agnelle du Larzac.

» A $2^h 30^m$ du soir, la température s'élève à 42° chez la brebis shropshire; le 28, à 9^h du matin, elle est à 43°; à 5^h du soir, la brebis meurt. Nous faisons immédiatement l'autopsie, qui nous révèle toutes les lésions caractéristiques du charbon, plus à la base du poumon droit une induration et une caverne, grosse comme un œuf de pigeon, renfermant du pus caséeux de formation ancienne.

» Quant à l'ânesse africaine, inoculée pour la deuxième fois le 27, sa

température est, le 28, à 10^{h} du matin, de 38,5, s'élève, le 2 mars, à 40,8, pour revenir progressivement à 39 et à 38,5 les jours suivants.

» Le 28 février, à 5^{h} du soir, nous inoculons deux lapins et un cobaye avec une goutte de sang provenant de la brebis shropshire; le 2 mars au matin, ces trois animaux meurent; leur sang renferme une grande quantité de bâtonnets.

» Le 6 mars, l'âne et l'ânesse d'Afrique sont renvoyés en bonne santé à leur propriétaire, M. Cazalis, aux Aresquiers (Hérault).

» Le 11 mars, à 3^{h}30^{m} du soir, nous inoculons un jeune lapin avec du virus provenant du laboratoire de M. Pasteur. Cet animal meurt le 13, à midi. Avec la seringue de Pravaz, nous injectons son sang : 1° à une ânesse d'Afrique, âgée de deux ans (six divisions de la seringue); 2° quelques gouttes du même sang à un autre lapin, qui meurt le 15 au soir.

» Avant l'injection, la température de l'ânesse était de 38,5 ; le lendemain, 14 mars, elle s'élève à 42, reste à 40 les 15, 16 et 17, pour redescendre, les jours suivants, à 39, puis à 38.5.

» Le 14, l'ânesse a 102 pulsations à la minute, tandis que, chez un autre âne d'Afrique non inoculé, la température est de 39 et le nombre de pulsations de 66.

» Sur ces trois bêtes d'Afrique inoculées du charbon, il s'est formé une tumeur molle, sensible, volumineuse, autour de la piqûre faite par la seringue de Pravaz. La tumeur a persisté pendant une huitaine de jours, sans paraître affecter l'état général des individus.

» Ces expériences, faites seulement sur deux ânesses et un âne d'Afrique, sembleraient prouver que ces animaux n'offrent pas un milieu favorable au développement du microbe du charbon. Il faudrait pouvoir multiplier et varier ces résultats pour en tirer une conclusion (¹). »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur le système nerveux des larves des Insectes diptères.* Note de M. Ed. Brandt, présentée par M. E. Blanchard.

« Ayant reçu de M. Behling une quantité de larves d'Insectes diptères, appartenant à des familles qui n'ont été l'objet d'aucune étude relative au système nerveux, j'ai saisi cette occasion pour les étudier. Voici les résultats principaux de mes recherches.

(¹) Chaque division de notre seringue de Pravaz correspond à 0^{cc},1.

» J'ai examiné les familles suivantes :

Leptidæ : *Leptis* spec. Bibionidæ : *Bibio Marci*, L.; *B. Pomonæ*, Fabr.; *B. ferruginatus*, L.; *B. varipes*, Meig.; *B. hortulanus*, L.; *B. laniger*, Meig.; *B. Johannis*, L.; *B. clavipes*, Meig.; *B. albipennis*, Meig. Xylophagidæ : *Xylophagus ater*, Fabr. Therevidæ : *Thereva nobilitata*, Fabr. Dolichopodidæ : *Dolichopus popularis*, Wied.; *D. vulgaris*, Meig.

» Les larves des *Leptides* possèdent treize ganglions, savoir : deux ganglions céphaliques (les ganglions sus- et sous-œsophagiens), trois ganglions thoraciques et huit ganglions abdominaux. Tous les ganglions sont unis par de doubles cordons nerveux, comme chez les insectes adultes (¹), ce qui est un trait singulier et propre seulement à la famille des Leptides, car chez tous les autres Diptères les ganglions s'unissent par des connectifs simples.

» Les larves des *Bibionides, Thérévides* et *Xylophagides* ont, ainsi que les *Asilides* (²) (*Asilus geniculatus* Meig. et *Laphria gilva*), d'après mes recherches, treize ganglions nerveux, situés tout le long du corps et unis par de simples connectifs. Il y a, dans le système nerveux des larves de ces familles, deux ganglions céphaliques (le ganglion sus-œsophagien et le ganglion sous-œsophagien), trois ganglions thoraciques et huit ganglions abdominaux. Les deux premiers ganglions thoraciques sont près l'un de l'autre, tandis que le troisième est plus éloigné du second. L'adulte possède seulement deux ganglions thoraciques, et en cela nous voyons que même le système nerveux des larves nous donne des indications, que les deux premiers ganglions thoraciques se confondront pour former le premier ganglion thoracique de l'insecte adulte, tandis que le troisième ganglion thoracique de la larve se confondra avec le second ganglion thoracique chez l'insecte adulte.

» Les larves des *Dolichopodides* ont treize ganglions, c'est-à-dire deux ganglions céphaliques (ganglions sus- et sous-œsophagiens), trois ganglions thoraciques et huit ganglions abdominaux. Tous les ganglions s'unissent par des cordons nerveux simples, et les ganglions abdominaux sont situés tout le long de l'abdomen. D'après mes recherches (*loc. cit.*) sur le système nerveux des insectes adultes de cette famille, on sait que ces derniers ont seulement quatre ganglions, c'est-à-dire deux ganglions céphaliques (gan-

(¹) Ed. Brandt, *Vergl.-Anat. Unters. über das Nervens. der Dipteren* (*Horæ Societat. Entom. Ross.*, XVI, 1879).

(²) L. Dufour, *Rech. anat. et phys. sur les Diptères* (Mémoire présenté à l'Académie des Sciences de Paris, t. XI, 1851).

glions sus- et sous-œsophagiens) et deux ganglions dans le thorax, mais qu'ils n'ont pas du tout de ganglions abdominaux. Des deux ganglions du thorax de l'insecte adulte, le premier se forme par la fusion des deux premiers ganglions thoraciques de la larve, et le second résulte de la fusion du dernier ou troisième ganglion thoracique de la larve avec tous les ganglions abdominaux.

» J'ai encore fait des recherches sur le système nerveux de quelques larves de genres et d'espèces qui n'ont pas été examinés et qui appartiennent aux familles suivantes :

Fungicolæ : *Sciara nigrescens*, Winnerts; *S. rufiventris*, Macq.; *S. gregaria*, Reling; *S. Relingi*, Winn.; *Rhyphus fenestralis*, Scop.; *R. punctatus*, Fabr. Limnobidæ : *Tipula lutescens*, Fabr.; *Epiphragma picta*, Fabr.; *Pedicia rivosa*, Linn. Tabanidæ : *Tabanus bromius*, Linn.

» Les larves des *Fungicoles* ont tantôt treize, tantôt douze ganglions. *Sciara* a treize ganglions, c'est-à-dire deux ganglions céphaliques, trois ganglions thoraciques et huit ganglions abdominaux, *Rhyphus* n'ayant que sept ganglions abdominaux; le dernier présentant une échancrure, signe de la coalescence de deux ganglions en une seule masse nerveuse.

» Les larves des *Limnobides* possèdent aussi treize ganglions; huit abdominaux. Les trois ganglions thoraciques sont très rapprochés; le ganglion sous-œsophagien touche le premier ganglion thoracique et le premier ganglion abdominal le dernier ganglion thoracique, de sorte que ces cinq ganglions semblent former une seule masse logée dans le thorax. Tous les ganglions de la chaîne s'unissent par des cordons nerveux simples, et sont situés tout le long du tronc de la larve.

» Les larves des *Tabanides* n'ont que sept ganglions distincts : le ganglion sus-œsophagien, un ganglion thoracique et cinq ganglions abdominaux. Les trois premiers ganglions abdominaux sont éloignés l'un de l'autre, et s'unissent par de longs cordons nerveux, tandis que les deux derniers sont tout près l'un de l'autre, et le dernier offre une échancrure, comme chez l'adulte. Récemment, M. J. Künckel d'Herculais [1] a annoncé que les larves des Tabanides ont seulement deux ganglions, savoir un ganglion céphalique et un ganglion thoracique. Serait-ce une différence de l'espèce ou peut-être de l'âge? M. Künckel n'indique pas l'espèce qu'il a examinée, mais seulement je puis affirmer que la larve du

---

[1] J. Kunckel d'Herculais, *Recherches anatom. et zoolog. sur le système nerveux des Insectes diptères* (*Comptes rendus*, 1879, t. LXXXIX, p. 493).

Tabanus bromius, à l'âge avancé, possède sept ganglions, et que chez cette espèce ce n'est pas à l'état de chrysalide que s'effectue la disjonction de la masse ganglionnaire thoracique en ganglions abdominaux, ganglion thoracique et ganglion sous-œsophagien. D'après ce que j'ai observé chez la larve du *Tabanus bromius*, je tiens le système nerveux des larves des Tabanides pour une forme intermédiaire entre celle des Muscides et des Némocères, parce que le ganglion sous-œsophagien se forme par disjonction de la masse nerveuse centrale du thorax comme chez les Muscides, les Syrphides; la partie abdominale du système nerveux, présentant des ganglions distincts dans la larve, nous offre les traits du système nerveux, des larves des Némocères, des Leptides, des Asilides, des Xylophagides et de quelques autres familles de l'ordre des Insectes diptères. »

ZOOLOGIE. — *Les Alcyonaires du golfe de Marseille.* Note de M. **A.-F. Marion**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« L'étude des Alcyonaires recueillis par l'aviso *le Travailleur* pendant les deux campagnes de 1880 et de 1881 m'a conduit à faire le relevé des Cœlentérés de ce groupe observés par moi, depuis douze ans, sur les côtes de Marseille. Les espèces sont assez nombreuses, et il m'a paru que l'indication de leur distribution dans les divers fonds serait un document important pour les recherches prochaines. J'énumérerai donc dans la présente Note les formes prises dans notre golfe en descendant progressivement de la côte jusqu'à 200^{m} de profondeur.

» A. Zone littorale comprenant les prairies de Posidonia Caulini. — Bien que les Alcyonaires ne soient pas d'ordinaire des animaux côtiers, nous rencontrons trois espèces assez abondantes dans la zone qui borde le rivage et s'étend jusqu'à 20^{m} de profondeur. Ces Alcyonaires littoraux sont de petite taille et appartiennent à la famille des Cornularinés.

» *Rhizoxenia rosea*, Ph. sp. — Les cormus de cette espèce se montrent assez fréquemment fixés sur les pierres, à quelques décimètres sous l'eau, le long de la côte du cap Janet. On les retrouve, mais plus rares, sur les rhizomes des Posidonies, par 15^{m} de profondeur, en quelques points de la côte de l'île de Ratonneau.

» *Clavularia crassa*, M. Edw. (*Cornularia crassa*). — Le *Cornularia crassa*, figuré dans le règne animal, est un vrai *Clavularia* sans revêtement cuticulaire et muni, par contre, d'abondants sclérites. Dans le golfe de Marseille, le *Clavularia crassa* abonde sur les rhizomes des Posidonies de l'anse de

Ratonneau, à 2^m ou 3^m de profondeur. Quelques cormus de la même espèce, ne portant plus que trois ou quatre zooïdes et n'offrant qu'une teinte pâle, ont été observés, très profondément, à 110^m, fixés sur des débris de coquilles, en dehors du golfe, au sud de l'île Riou. La production de cette espèce a lieu en juin. Les colonies mâles diffèrent des femelles par la longueur et la gracilité des polypes. Les œufs, enveloppés dans un mucus assez dense, sont portés à l'extrémité des zooïdes, à la manière des œufs du *Dasychone lucullana*. C'est sur cette espèce que nous avons observé, Kowalevsky et moi, en 1879, une segmentation totale bien nette, la formation d'un planula et la différenciation histologique d'un pseudomésoderme ectodermique, ne passant pas par l'état de feuillet blastodermique cellulaire.

» Nous n'avons aucun renseignement zoologique sur le *Clavularia* de Naples, appelé par G. von Koch *Clavularia ochracea* (*Morph. Jahrb.*, t. VII, liv. III, 1881). Cet Alcyonaire ne diffère peut-être pas de celui que je cite ici.

» *Cornularia cornucopiæ*. — Cette espèce est bien reconnaissable à ses petits cornets sécrétés par l'ectoderme et rappelant les tubes protecteurs des Tubipores. Elle est associée, dans le golfe de Marseille, aux *Clavularia crassa*, mais elle est toujours plus rare et ne semble pas quitter les prairies de Zostères.

» B. Zone vaseuse et sablo-vaseuse en dehors des Zostères. — Les prairies de Posidonies sont bordées tantôt par de la vase ou du sable vaseux, tantôt par des graviers coralligènes. Les espaces boueux abondent particulièrement dans la région nord-ouest du golfe, et les profondeurs y varient de 30^m à 80^m. Les Alcyonaires tiennent une grande place dans la faune de ces stations.

» *Alcyonium palmatum*, Pallas. — Très abondant. Tous les cormus appartiennent à la forme type, dont la base s'allonge en une longue tige pédonculaire dépourvue de zooïdes et envasée. A été recueilli dans le golfe de Gascogne en 1880.

» *Veretillum cynomorium*, Pallas. — Ne quitte pas les fonds vaseux. Fréquent près de l'île de Maïré et des Goudes, par 18^m et 20^m. Descend jusqu'à 80^m dans la région nord-ouest, vers les embouchures du Rhône. Pris dans le golfe de Gascogne.

» *Pteroides griseum*, Boh. — Est la Pennatule la plus commune sur nos côtes. Habite la vase du nord-ouest, en dehors des îles Ratonneau et Pomègue (60^m à 80^m). Quelques individus pénètrent dans la vase sableuse au sud de Pomègue.

» Les deux variétés, *brevispinosa* et *longispinosa*, sont représentées, mais la seconde est la plus fréquente.

» *Pennatula rubra*, Ell., bien plus rare que la précédente.

» *Pennatula phosphorea*, L., très rare dans les fonds du *Pteroides griseum*.

» *Leptogorgia viminalis*, Pallas. — Les fonds vaseux et sablo-vaseux ne sont pas les stations ordinaires des Gorgones; on trouve cependant, le long de la côte nord, de l'Estaque à Méjean, par 40^m, 50^m et 70^m, une Gorgone à minces rameaux que j'identifie avec le *Leptogorgia viminalis*. Elle est fixée tantôt sur des coquilles de Pétoncles, tantôt sur des pierres ou sur des tuiles tombées des bateaux chargeurs de Saint-Henry. Les rameaux sont quelquefois très longs et peu ramifiés, retombants; d'autres fois le polypier est plus étalé en éventail.

» *Gorgonia graminea*, Lmk. — Très rare. Quelques petits polypiers, à peine ramifiés, sont associés au *Leptogorgia*.

» *Sympodium coralloïdes*, Pallas. — Sur les *Leptogorgia viminalis*.

» C. Zone des graviers, des sables et des roches sous-marines coralligènes. — De 30^m à 70^m. Côtes des îles Pomègues et Ratonneau. Roches sous-marines au large de Montredon. Récifs profonds de Mangespen. Pourtour des Zostères, à Carry, à Podesta, à Riou. Station du corail et des Gorgones.

» *Gorgonia graminea*, Lmk. — Très abondante et formant quelquefois, surtout à Riou, des polypiers de très grande taille.

» *Gorgonia verrucosa*, Pallas. — Moins fréquente que la précédente. Le sarcosome est souvent d'une belle teinte jaune.

» *Muricea placomus*, L. Rare. — Fonds coralligènes de Riou et de Podesta.

» *Corallium rubrum*, Costa. — Ilot de Tiboulen; pourtour de Ratonneau. Fond du cap Couronne à Carry. Riou.

» *Sympodium coralloides*, Pallas. — Sur toutes les Gorgones.

» *Paralcyonium elegans*. — Sur les algues encroûtées. Ratonneau, au large de Montredon, Riou. Assez fréquent.

» *Alcyonium palmatum*, var. *acaule*, Marion. — J'ai décrit dans la *Revue des Sciences naturelles* cette forme, qui sera considérée par quelques zoologistes comme une véritable espèce. Elle est caractérisée par sa base encroûtante, munies de zooïdes, par ses tissus denses et farcis de forts spicules.

» D. Sables vaseux du large, de 100^m a 200^m de profondeur. — Les Alcyonaires diminuent rapidement d'importance à mesure que l'on quitte le golfe et que l'on descend dans les grands fonds. Ce corail se

montre en quelques points rocheux, par exemple au sud de la Cassidagne. L'*Alcyonium palmatum* se trouve à l'est de Riou, par 90^{m} et 100^{m}, dans un sable vaseux très fin. Les échantillons appartiennent à la forme pédonculée des fonds vaseux; les tissus sont cependant plus denses. Parmi les Pennatulides, on ne voit plus le *Pteroides griseum*. Les *Pennatula rubra* et *phosphorea* persistent seules. Quelques individus se rapprochent de la variété *Pennatula phosphorea aculeata*. Une variété du *Clavularia crassa* s'offre quelquefois.

» Il convient de remarquer, en terminant, que cette liste, bien que comprenant quinze espèces, ne contient pas tous les Alcyons signalés dans la Méditerranée. Nous n'avons recueilli jusqu'ici que des fragments de *Mopsea elongata* dans les grands fonds, et nous n'avons encore vu sur nos côtes ni *Virgularia*, ni *Funiculina*, ni *Kophobelemnon*, ni enfin le *Stylobelemnon pusillum*, qui sort cependant de la Méditerranée et se retrouve dans le golfe de Gascogne. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement du ganglion et du « sac cilié » dans le bourgeon du Pyrosome.* Note de M. L. **Joliet**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'organe connu chez les Ascidies sous les noms de *fossette vibratile*, *tubercule antérieur, organe olfactif, sac cilié*, se compose, comme on le sait, dans son ensemble, non seulement d'un pavillon vibratile, mais d'un canal qui lui fait suite et qui se perd, ainsi que l'a montré le premier M. de Lacaze-Duthiers, dans une masse glandulaire sous-jacente au ganglion nerveux.

» On a généralement attribué à cet organe une fonction olfactive; cependant on a émis sur sa nature des hypothèses diverses, et dernièrement M. Julin, après avoir décrit sa structure avec beaucoup de soin dans diverses Ascidies, le considérait, d'accord avec M. Ed. Van Beneden, comme représentant l'hypophyse des Vertébrés.

» Les recherches que je poursuis depuis deux hivers sur l'anatomie et le bourgeonnement du Pyrosome, et dont j'ai déjà communiqué à l'Académie quelques résultats, m'ont amené à étudier dans ce Tunicier la structure et la formation du ganglion et de la fossette. Les faits que j'ai pu constater me paraissent devoir jeter quelque jour sur la question.

» La fossette ou sac cilié du Pyrosome a déjà été assez bien décrite par Huxley. Elle se compose, d'après cet auteur, d'un canal allongé, appliqué,

suivant la ligne médiane, sur la face branchiale du ganglion, probablement terminé en cul-de-sac en arrière, s'ouvrant en avant dans le sac branchial par un orifice à peine dilaté, et présentant dans sa région moyenne un petit tubercule saillant.

» J'ajouterai que les parois du canal sont formées par un épithélium cubique dépourvu de cils, que quelques cils et deux ou trois flagellums se trouvent seulement tout à fait à l'entrée au point d'union avec le sac branchial, et que le tubercule moyen est formé par un amas de petites cellules arrondies disposées autour d'un diverticulum du canal.

» L'ensemble de l'organe représente évidemment le canal de la glande des Ascidies, la partie antérieure ciliée correspond au pavillon, et le tubercule moyen me paraît représenter une glande rudimentaire.

» Décrivant la formation de la fossette vibratile dans le bourgeon du Pyrosome, Kowalewsky s'exprime en ces termes :

« La paroi du sac branchial forme un petit enfoncement qui représente l'ébauche de la fossette vibratile; cette fossette s'enfonce quelque peu dans le ganglion, qui se compose d'un amas de cellules. *Le système nerveux a à cette époque perdu sa forme primitive de canal* et consiste en un amas allongé de cellules arrondies au milieu desquelles on n'aperçoit plus qu'une faible indication de la cavité ancienne »

» Cette description est fort loin de la vérité, comme nous allons le voir : car le ganglion proprement dit ne présente de cavité à aucun moment de son existence, tandis que le canal neural primitif conserve la sienne, qui n'est autre que celle même du sac cilié.

» La coupe que le savant russe donne du très jeune bourgeon est exacte, et j'ai pu m'assurer que ce qu'il appelle l'*ébauche* du système nerveux, représenté à la base du stolon par une simple traînée de cellules, se convertit un peu plus loin en un canal; l'étranglement qui sépare les futurs zoïdes les uns des autres la transforme enfin en une vésicule pyriforme.

» Cette vésicule s'oblitère-t-elle plus tard, comme le veut Kowalewsky, pour former le ganglion? Nullement; elle continue encore longtemps à grandir, sa cavité se dilate et ses parois s'épaississent graduellement. Plus tard et dans les bourgeons déjà avancés, sa paroi postérieure s'épaissit davantage, et il s'en sépare quelques cellules rondes qui se trouvent placées entre la vésicule et l'ectoderme. La paroi postérieure reprend alors son épaisseur première et reste formée, comme tout le reste de la paroi, par des cellules cubiques très reconnaissables. Les cellules arrondies, interposées maintenant du côté externe, se mettent à proliférer activement dans tous

les sens et forment rapidement un amas ovalaire qui commence à repousser en dedans, vers la paroi antérieure, la paroi postérieure de la vésicule, qui se trouve ainsi comprimée.

» L'amas ovalaire de cellules n'est autre que le ganglion proprement dit qui n'a plus qu'à grandir et à déborder la vésicule sur les côtés pour réaliser l'état adulte. Quant à la vésicule, qui conserve toujours ses parois dans leur intégrité et avec leur structure histologique, si différente de celle du ganglion, elle n'a plus qu'à s'ouvrir au fond d'une légère dépression du sac branchial, qui vient au-devant de son sommet supérieur pour constituer le sac cilié de Huxley.

» On le voit par cette description, le canal nerveux primitif, le *nervenrohr*, qui devait former directement, en s'oblitérant, le ganglion, n'est autre que le sac cilié, le canal de la glande sous-nervienne qui n'émet aucun nerf, et le ganglion proprement dit n'en procède qu'indirectement et n'apparaît qu'à une époque très tardive.

» Tels sont les faits positifs que j'ai pu constater dans le Pyrosome. Ce qui me reste à dire n'est plus qu'une induction qu'il faudra vérifier, mais qui me paraît fondée sur des arguments sérieux. Le Pyrosome, malgré ses rapports avec les Thaliacés, est, par l'ensemble de son organisation, une véritable Ascidie composée; il est donc permis de penser que le canal neural observé dans les larves d'Ascidies, que la *vésicule cérébrale* qui n'en est qu'une partie, pourraient bien, comme dans le Pyrosome, n'être autre chose que l'ébauche du canal de la glande sous-nervienne.

» Cette opinion est d'autant plus vraisemblable que la portion antérieure de ce canal s'ouvre aussi chez la larve d'Ascidie dans le sac branchial et que le ganglion proprement dit se forme à sa partie postérieure, sans que son mode d'origine ait été bien précisé.

» Si l'origine du canal sous-nervien nous est connue, au moins en ce qui concerne le Pyrosome, nous n'avons pas parlé de ses fonctions. Sans avoir encore de preuves positives, je crois, avec la majorité des auteurs, qu'il s'agit réellement d'un organe des sens, et probablement d'un organe d'olfaction. On objecte qu'il n'y a pas de nerf; mais la paroi postérieure du canal est appliquée d'une manière si directe sur la face branchiale du ganglion, qu'il est bien difficile d'affirmer que quelques fibrilles nerveuses, aussi courtes que l'épaisseur d'une cellule, ne traversent pas cette paroi directement; ce n'est pas vers le pavillon qu'il faut chercher ces nerfs, mais au fond du canal ou dans la glande, qui n'est peut-être qu'un organe destiné à amplifier les sensations.

» En tout cas, si c'est là une glande, son canal n'est pas un canal excréteur, car, outre qu'on peut facilement, comme l'ont fait tous les auteurs, voir sur le vivant que le mouvement des cils est dirigé vers le canal et non vers l'extérieur, on peut aussi, comme je l'ai fait maintes fois, surtout sur les Salpes, s'assurer, avec des particules d'encre de Chine répandues dans l'eau, que le courant produit par ces cils est, lui aussi, dirigé vers le fond de la fossette, car toutes les particules s'y trouvent bientôt accumulées. »

MINÉRALOGIE. — *Reproduction artificielle de la withérite, de la strontianite et de la calcite.* Note de M. L. **Bourgeois**, présentée par M. Fouqué.

« Je me propose d'appeler, dans ce travail, l'attention de l'Académie sur la facilité extrême avec laquelle les carbonates alcalino-terreux cristallisent par voie ignée, sous la pression ordinaire, au sein de certains fondants. Celui qui m'a donné les meilleurs résultats consiste en un mélange à équivalents égaux de chlorures de sodium et de potassium. La fusion a lieu au rouge sombre et, si l'on projette dans le bain quelques décigrammes de carbonates de baryte, strontiane ou chaux précipités; on voit ces sels se rassembler au fond du creuset sans donner lieu à la moindre effervescence. Quelques minutes de recuit suffisent pour obtenir, par lessivage de la masse, des individus nettement cristallisés, identiques, par leur composition chimique et leurs propriétés physiques, avec les espèces minérales.

» Le carbonate de baryte se présente généralement en lamelles hexagonales aplaties suivant p, limitées par les faces g^1 et m. Posées à plat sur le porte-objet du microscope, elles offrent des teintes de polarisation faibles et s'éteignent suivant g^1. La lumière convergente fait voir des axes optiques peu écartés, situés dans le plan g^1. La bissectrice aiguë normale à p_1 est négative et l'on peut s'assurer que $\rho > \upsilon$. On constate des macles suivant m, se traduisant par de fines lamelles hémitropes qui dessinent un réseau à 62° environ. D'autres cristaux sont allongés parallèlement aux faces du prisme et couchés suivant h^1; on y reconnaît le pointement e^1. Ces cristaux rappellent par leur aspect le sel suivant; ils sont fréquemment arborisés en barbes de plume, soit à angle droit, soit suivant e^1. Les couleurs de polarisation sont alors très vives.

» Le carbonate de strontiane ne m'a jusqu'à présent offert aucun échantillon aplati suivant p, de sorte que l'observation des axes optiques n'a pu être faite. Les cristaux sont des prismes allongés, à extinction longitudinale, et double réfraction très marquée, avec caractère négatif. Le pointe-

ment aigu e^1 les termine fréquemment, et des arborisations se montrent soit à angle droit, soit suivant e^1.

» Le carbonate de chaux offre constamment un assemblage de cristaux semblables à ceux de la neige. La forme cristalline élémentaire consiste dans la combinaison pa^1. Les étoiles hexagonales couchées sur le porte-objet restent constamment éteintes et, si l'on applique la lumière convergente, elles montrent une croix noire parfaite entourée d'anneaux circulaires avec caractère négatif. La double réfraction, qui est considérable, est plus forte pour les rayons violets que pour les rouges. On ne voit pas les lamelles hémitropes suivant b^1, si fréquentes dans le calcaire naturel. La température élevée à laquelle a lieu l'opération explique pourquoi il ne se forme pas d'aragonite. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la production artificielle d'un silicate hydraté cristallisé.* Note de M. A. DE SCHULTEN, présentée par M. Fouqué.

« En chauffant pendant vingt-quatre heures en tube scellé, à 180° environ, un mélange de deux solutions, l'une de silicate de potasse, l'autre d'eau de chaux, on obtient des cristaux blancs très allongés, formés par un silicate alcalin hydraté. Ces cristaux fondent en émail au chalumeau et sont facilement décomposés par l'acide chlorhydrique. Examinés au microscope en lumière parallèle entre les nicols croisés, ils présentent des couleurs vives de polarisation et fournissent des extinctions longitudinales. A l'aide d'une lame de quartz parallèle à l'axe, on reconnaît que le plus grand axe d'élasticité correspond au sens d'allongement. Leur composition peut être exprimée par la formule suivante : $(K^2Na^2Ca)O, 3SiO^2, 2H^2O$, dans laquelle les rapports entre la potasse, la soude et la chaux sont exprimés par les nombres 1 : 2 : 10.

	Trouvé.	Calculé.
Silice	64,2	65,3
Alumine	0,7	»
Chaux	14,7	15,6
Soude	3,3	3,5
Potasse	2,2	2,6
Eau	14,5	13,0
	99,6	100,0

» La présence de la soude dans ce produit s'explique aisément par l'attaque du tube de verre employé.

» Aucune zéolithe naturelle ne présente la composition ci-dessus; celle qui s'en rapproche le plus est l'okénite, qui ne contient que 55 pour 100 de silice et qui est à peu près exclusivement à base de chaux. La facilité avec laquelle s'obtient notre produit et la similitude des conditions dans lesquelles opère fréquemment la nature nous font penser que ce silicate hydraté sera rencontré quelque jour par les minéralogistes [1]. »

GÉOLOGIE. — *Sur la limite entre le lias et l'oolithe inférieure, d'après des documents laissés par Henri Hermite.* Note de M. **Ch. Vélain.**

« La zone à *Ammonites opalinus,* placée aux confins du lias et de l'oolithe, quoique généralement rapportée au lias supérieur (zoarcien d'Orb.) en raison de ses affinités paléontologiques et stratigraphiques, est encore soumise à des interprétations diverses.

» En Allemagne, par exemple, où cette zone est bien développée, en Souabe et dans le nord-ouest principalement, les classifications adoptées, en accord avec celles anciennement proposées par Quenstedt, admettent un rapprochement de cette zone avec les couches à *Amm. Murchisonæ* qui suivent et font de cet ensemble la division inférieure du *Dogger.* La raison en est dans la présence, au milieu des couches à *Amm. opalinus,* de l'*Amm. Murchisonæ,* qui se tient habituellement plus haut. De grandes différences pétrographiques et paléontologiques sont cependant à signaler entre ces deux horizons. Les schistes argileux à *Amm. opalinus,* contenant les espèces caractéristiques du lias : *Nucula Hammeri, Trigonia navis, Belemnites brevis*, etc., paraissent soudés aux marnes argileuses grises à *Amm. jurensis,* qui viennent immédiatement au-dessous; tandis qu'ils se séparent bien de la zone à *Amm. Murchisonæ,* composée de grès ferrugineux très particuliers, comprenant des espèces franchement oolithiques, telles que l'*Amm. discus,* l'*Amm. Sowerbyi, Trigonia costata,* etc.

» En Normandie, M. Deslongchamps, dans ses *Etudes générales sur les terrains jurassiques,* réunit de même les couches à *Amm. opalinus* à la *mâlière,* c'est-à-dire aux calcaires à *Lima heteromorpha* et à *Amm. Murchisonæ,* mais alors il se trouve obligé d'entraîner dans ce même groupe, qu'il désigne sous le nom de *marnes infra-oolithiques* et dont il fait le premier terme de l'oolithe, les marnes à *Amm. serpentinus* et *bifrons,* ainsi que les argiles à poissons, c'est-à-dire tout le lias supérieur des auteurs (zoarcien d'Orb.).

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie (Hautes Études), à la Sorbonne.

La zone à *Amm. opalinus* est bien développée dans la Lorraine, où elle comprend un minerai de fer oolithique qui est activement exploité. Elle est là recouverte par des calcaires jaunâtres chargés également d'oolithes ferrugineuses et appartenant à la zone à *Amm. Murchisonæ.*

» Ces deux zones sont toutes deux très fossilifères; les fossiles abondent dans les rejets des exploitations pour le minerai, mais là ils sont mélangés et les listes qui en ont été données se sont ressenties de cette confusion.

» Dans ces derniers temps, M. Hermite, dont nous déplorons la perte prématurée, a fait de ces gisements, notamment de celui de Marbache, une exploration très attentive; après avoir déterminé les allures de ces deux horizons et leurs relations, il a cherché à déterminer leur faune propre, en recueillant avec soin les fossiles, en place, dans chacun d'eux.

» Les résultats de cette étude, faite par M. Hermite à la Sorbonne, au laboratoire de Géologie, où ces collections sont maintenant déposées, sont les suivants :

» 1° Zone à *Amm. opalinus* (minerai exploité.) — *Amm. opalinus,* Schloth; *Amm. aalensis,* Ziet.; *Amm. costula,* Rein; *Amm. fluitans,* Dam.; *Amm. jadiosus,* Schlem; *Belemnites* sp.; *Belemnites* sp.; *Pholadomya fidicula,* Sow.; *Pholadomya Hausmanni; Gervilia; Hinnites.*

» 2° Zone à *Amm. Murchisonæ* (calcaire marneux jaunâtre avec petites oolithes ferrugineuses). — *Ditremaria bicarinata,* d'Orb.; *Alaria Lorieri,* Schl.; *Pleurotomaria armata,* var. *Goldfusi; Pleurotomaria actinocephala; Pleurotomaria Roubaleti,* Deslong.; *Pleurotomaria punctata,* Sow.; *Turbo lamellosus,* d'Orb.; *Tur. Schlumbergi,* Deslong.; *Phol. glabra,* Agassiz; *Ceromya glabra,* Agassiz; *Ceromya* sp.; *Astarte excavata,* Sow.; *Macrodon* sp.; *Hippopodium isoarca; Unicardium incertum,* Phil.; *Trigonia striata; Linia proboscidea; Ostrea Marshii; O. articulata,* Schl.; *Tereb. perovalis,* Sow.; *Montlivaultia decipiens.*

» Ces deux listes, établies ainsi par M. Hermite sur des échantillons pris en place dans chacun de ces horizons fossilifères, indiquent une distinction absolue entre ces deux zones, qui ne présentent presque aucune espèce commune. Cette distinction est encore appuyée sur un fait stratigraphique important, M. Hermite ayant reconnu, à la limite de séparation des deux bancs, des traces d'érosion manifestes, indiquant une interruption entre leurs dépôts; la couche ferrugineuse à *Amm. opalinus* se termine, en effet, par un banc de calcaire, durci, perforé par des mollusques lithophages, souvent raviné et couvert d'huîtres (*Ostrea sublobata?*).

» La faune de ce minerai ferrugineux a un caractère liasique très prononcé; elle se rattache intimement aux couches à *Amm. bifrons* qui se voient au-dessous. Celle du calcaire ferrugineux à *Amm. Murchisonæ,* dont toutes

les espèces appartiennent à l'oolithe inférieure, se relie avec celle des calcaires marneux à *Amm. Sowerbyi*, qui la recouvrent, et dans lesquels M. Hermite a recueilli les espèces suivantes, dans une localité voisine de Marbache, à Pierre :

» *Amm. Sowerbyi; Amm. malagma; Alaria lotharingica; Trigonia litterata*, Goldfus. *Astarte* sp.

» La zone à *Amm. humphriesianus* a été reconnue au-dessus.

» Ces observations, qui établissent en Lorraine, entre la zone ferrugineuse à *Amm. opalinus* et le niveau de l'*Amm. Murchisonæ*, une séparation bien nette, viennent apporter une nouvelle preuve à l'existence, dans toute la ceinture du bassin anglo-parisien, de cette ligne d'érosion, marquant au-dessus des couches à *Amm. opalinus* la limite du lias supérieur, limite qui, dès 1857, avait été reconnue et mise en évidence par M. Hébert, dans ses études sur la distribution des mers anciennes dans le bassin de Paris. »

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 mars 1882.

Le téléphone; par le Comte Th. du Moncel. 4e édition. Paris, Hachette et Cie, 1882; 1 vol. in-12.

Les nouvelles machines marines. Supplément au Traité des appareils à vapeur de navigation mis en harmonie avec la Théorie mécanique de la chaleur; par A. Ledieu, t. I. (complet). Paris, Dunod, 1882; in-8°.

Physiologie des muscles et des nerfs; par Ch. Richet. Paris, Germer-Baillière, 1882; in-8°. (Présenté par M. Vulpian.)

Typhus et fièvre typhoïde; par le Dr Masse. Paris, G. Masson, 1878; in-8°. Présenté par M. le baron Larrey pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Les microbes; par John Tyndall, traduit de l'anglais par Louis Dollo. Paris, F. Savy, 1882; in-8°.

Essai sur une bonne conduite des traitements au sulfure de carbone; par M. P. de Lafitte. Paris, G. Masson; Bordeaux, Feret, 1882; br. in-8°.

Rapport à M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts sur le Congrès national réuni à Bordeaux du 8 au 14 août 1881, pour l'amélioration du sort des sourds-muets; par M. F. Hément. Paris, Imp. nationale, 1882; br. in-8°.

Annales de l'Observatoire de Moscou, publiées par le Prof. D[r] Th. Bredichin; vol. VIII, 1[re] livr. Moscou, A. Lang, 1882; in-4°.

Verhandelingen der koninklijke Akademi van Wetenschappen. Afdeeling Letterkunde, deel XIII. *Afdeeling Natuurkunde,* deel XX. Amsterdam, J. Müller, 1880; 2 vol. in-4.

Verslagen en mededeelingen der koninklije Akademie van Wetenschappen. Afdeeling Natuurkunde. Twecde reeks, deel XV. Amsterdam, J. Müller, 1880; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 27 mars 1882.)

Page 857, ligne 13, *au lieu de* corps, lisez coup.